

**ХАРЬКОВСКАЯ ОБЛАСТНАЯ ГОСАДМИНИСТРАЦИЯ
УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ХАРЬКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»**

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ
И ИХ ИНФОРМАЦИОННОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

**МАТЕРИАЛЫ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУЧНОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ**

ХАРЬКОВ 2008

ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Товажнянский Л.Л.	председатель оргкомитета, ректор Национального технического университета «Харьковский политехнический институт», доктор техн. наук, проф.
Сокол Е.И.	зам. председателя оргкомитета, первый проректор Национального технического университета «Харьковский политехнический институт», доктор техн. наук, проф.
Мамалуй А.А.	зам. председателя, зав. кафедрой общей и экспериментальной физики, д-р физ.-мат. наук, проф.

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

проф. Мамалуй А.А.	председатель
доц. Якуша В.К.	зам. председателя
доц. Синельник И.В.	зам. председателя
доц. Федорченко В.И.	зам. председателя
доц. Подъячая Е.Н.	ученый секретарь

Печатается по решению ученого совета НТУ «ХПИ»
Протокол № 12 от 18.04.08.

РЕГЛАМЕНТ РАБОТЫ КОНФЕРЕНЦИИ

23 апреля 2008 г., среда

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

12¹⁵ ФИЗИЧЕСКИЙ КОРПУС, БОЛЬШАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ
АУДИТОРИЯ

Открытие VIII египотальной студенческой научной конференции
«Актуальные проблемы физики и их информационное обеспечение», посвященной 100-летию Л.Д. Ландау

Ректор Национального технического университета
«Харьковский политехнический институт», доктор техн.
наук,
проф. Товажнянский Л.Л.

Первый проректор Национального технического универ-
ситета «Харьковский политехнический институт», доктор
техн. наук,
проф. Сокол Е.И.

Зав. кафедрой общей и экспериментальной физики, д-р
физ.-мат. наук, **проф. Мамалуй А.А.**

24 апреля секционные заседания:

12³⁵ 213 ауд. У2 **НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ**

12⁰⁰ 9 ауд. У2 **ИНЖЕНЕРНАЯ СЕКЦИЯ**

12⁰⁰ 16 ауд. У2 **СЕКЦИЯ ИСТОРИИ ФИЗИКИ**

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

12¹⁵ Большая физическая аудитория У2

- | | | |
|----|---|----|
| 1. | ЛЕВ ДАВИДОВИЧ ЛАНДАУ | 14 |
| | <i>Национальный Технический Университет
„Харьковский Политехнический Институт”
Ст.: М.А. Сергиенко, Аль Массди Мохам, И.Ю. Ляшуга
Рук.: проф. А.А. Мамалуй, доц А.Я. Дульфан.</i> | |
| 2. | СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
МОНОХРОМАТОРА УМ-2 | 17 |
| | <i>Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
Ст.: Н. Вдовина, Д. Буштец
Рук.: проф. А.И. Беляева, асс. С.Н. Коломиец</i> | |
| 3. | НОВОЕ В ФИЗИКЕ И ТЕХНИКЕ ПОСТОЯННЫХ
МАГНИТОВ | 20 |
| | <i>Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
Ст. А.С. Асеев
Рук.: проф. А.Г. Равлик, с.н.с. В.Н. Самофалов</i> | |
| 4. | PRACTICING DNR-BASED INSTRUCTION IN
PHYSICS:SLIDING A STICK TOWARDS ITS CENTER OF
GRAVITY | 23 |
| | <i>V.Karazin Kharkov National University
University of California at San Diego
St.: O. Ignatova, R. Mezentsev
Leaders: Assoc. Prof. A. Kazachkov, Prof. G. Harel</i> | |
| 5. | ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА КОЭФФИЦИЕНТ
ХОЛЛА ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ Bi - Sb | 25 |
| | <i>Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
Ст. О.И. Клименко
Рук.: проф. Е.И. Рогачева, м.н.с. А.А. Дроздова</i> | |

- | | | |
|----|---|----|
| 6. | РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ФОРМАЛИЗМА ЛАГРАНЖА.
<i>Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт».</i>
<i>Ст.: А.Г.Епихина, А.И.Николаева, Д.Б.Щербина</i>
<i>Рук.: проф. Е.С.Сыркин, асс. А.А.Човпан.</i> | 26 |
| 7. | КВАНТОВЫЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА В
СВЕРХПРОВОДНИКАХ (ЭФФЕКТ МЕЙНСНЕРА)
<i>Национальный Технический Университет
«Харьковский Политехнический Институт»</i>
<i>Ст.: Н. В. Долуда, Ф.А Хаврич</i>
<i>Рук.: проф. А. А. Мамалуй</i> | 28 |
| 8. | ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ПОСТЯННОЙ ПЛАНКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ЗАКОНОВ ВНЕШНЕГО ФОТОЭФФЕКТА
<i>Национальный
технический университет
«Харьковский политехнический институт»</i>
<i>Ст. В.Галаган</i>
<i>Рук.: асс. А.Н. Андреев, асс. С.Н. Коломиец</i> | 31 |

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ

12³⁵ 213 аудитория У2

1. **ПРИМЕНЕНИЕ ПРИЗМЕННОГО МОНОХРОМАТОРА
ДЛЯ КАЧЕСТВЕННОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА.** **34**
*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
Ст.: К.В. Комарчук, О.С. Пелехно
Рук.: доц. Е.Т. Лемешевская, доц. В.В. Пилипенко.*
2. **АКТИВАЦИЯ НЕКОТОРЫХ НЕФТЯНЫХ ТОПЛИВ
ПРИ ИХ КАВИТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКЕ** **35**
*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
Ст. М.В.Цебренько
Рук.: ст. пр. В.И. Ушаков, доц. Н.Б. Фатьянова*
3. **ВЛИЯНИЕ ПЛАНЕТ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ НА
КЛИМАТ ЗЕМЛИ** **38**
*Национальный Технический Университет
«Харьковский политехнический институт»
Ст.: Н.С.Скворцов, О.О. Шевченко, А.А. Кривчикова
Рук.: проф. А.А. Мамалуй, проф. Е.С. Сыркин, доц. В.А. Лыках*
4. **ЭФФЕКТ ДОПЛЕРА С КОМПЬЮТЕРОМ И
МОБИЛЬНЫМ ТЕЛЕФОНОМ** **40**
*Харьковский национальный университет им. В.Н.Каразина
Ст.: С. Лукьянец, Т. Войтко, О. Игнатова
Рук.: доц. А. Р. Казачков, н.с. А. А. Давиденко*
5. **«КУБАТУРА КРУГА», «ЗМЕЯ БЮФФОНА» И ДРУГИЕ
ТЕХНИКИ ОЦЕНКИ ЧИСЛА «ПИ»** **42**
*Харьковский национальный университет им.В.Н. Каразина
Ст.: А. Волощенко, О. Игнатова
Рук.: доц. А.Р. Казачков, проф. Ю.М. Дюкарев*
6. **КВАНТОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ДВУХФАЗНОГО
ОСЦИЛЛЯТОРА В ДИНАМИКЕ
ДИСКРЕТНО - ЭСТАФЕТНОГО ДВИЖЕНИЯ** **45**
*Национальный технический университет
"Харьковский политехнический институт"
Ст.: Ю.Ю. Горобец, А.А. Таран
Рук. доц. В.В. Ушаков*

7. **ЛАЗЕРНЫЙ ФОРМИРОВАТЕЛЬ СВЕРХ КОРОТКИХ
СВЕТОВЫХ ИМПУЛЬСОВ** **49**
*Национальный технический университет «ХПИ»
Ст. О. И. Лосев
Рук. доц. Т.И. Храмова*
8. **ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АКУСТИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРО-
МАГНИТНЫХ ВОЛН В ПЬЕЗОКРИСТАЛЛАХ** **50**
*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
Ст. С.В. Крячко
Рук. проф. А.А. Булгаков*
9. **ВЛИЯНИЕ ПРЕССОВАНИЯ НА ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВА СПЛАВОВ ВИСМУТ -СУРЬМА** **52**
*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
Ст. И.В.Таран
Рук.: проф. Е.И. Рогачева, м.н.с. А.А. Дроздова*
10. **ЯВЛЕНИЕ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ В АСПЕКТЕ
ДИСКРЕТНО - ЭСТАФЕТНОГО ПРИНЦИПА
ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ** **54**
*Национальный технический университет
"Харьковский политехнический институт"
Ст.: Ю.Ю. Горобец, А.А. Таран
Рук. доц. В.В. Ушаков*
11. **КОМПЬЮТЕРНЫЕ ПРЕЗЕНТАЦИИ ДЛЯ ЛЕКЦИЙ
ПО КУРСУ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ В PDF-ФОРМАТЕ** **57**
*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
Ст.: Н.В. Захарова, В.Г. Зажарская
Рук. доц. Ю.Г. Окладной*
12. **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫНУЖДЕННЫХ
КОЛЕБАНИЙ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА** **59**
*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
Ст. А.П. Попенко
Рук. доц.И.В. Синельник*

13. **КОМПЬЮТЕРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПЕРКОЛЯЦИОННОЙ
МОДЕЛИ ОБРАЗОВАНИЯ СПИРАЛЬНЫХ
ГАЛАКТИК** 61
*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
Ст.: Д. Потапенко, А. Манченко
Рук.. доц. И.В. Синельник*
14. **ЛУЧИСТОЕ ОТОПЛЕНИЕ ВЧЕРА И СЕГОДНЯ** 63
*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
Ст. М.Н. Гришко
Рук. доц. Ю.Г. Окладной*
15. **ЕКАТЕРИНА ЮЩЕНКО - ОСНОВАТЕЛЬ НАУЧНОЙ
ШКОЛЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ** 65
*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
Ст. Д.В. Тыжненко
Рук.: ст. пр. Т.В. Свитенко – Краснокутская*
16. **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ
УСИЛИТЕЛЬНОГО КАСКАДА НА
АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНУЮ ХАРАКТЕРИСТИКУ** 69
*Национальный технический университет
"Харьковский политехнический институт"
Ст. Е.И. Кабыченко
Рук.: доц. Ю.И. Подъячий, асс. Г.Ю. Подъячий*
17. **ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС ЗЕМЛИ И ПРИЧИНЫ ЕГО
ИЗМЕНЕНИЯ** 72
*Харьковский национальный университет им.В.Н.Каразина
Ст. Е.А. Вышемирская
Рук. доц. Е.М. Савченко*

ИНЖЕНЕРНАЯ СЕКЦИЯ

12⁰⁰ 9 аудитория мех. практикума У2

- | | | |
|----|--|-----------|
| 1. | ХІМІЧНІ ДЖЕРЕЛА СТРУМУ
<i>Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Ст. Є.В. Южанінов
Кер. доц. В.К. Якуша</i> | 73 |
| 2. | ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ТВЕРДЫХ ТЕЛ
<i>Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
Ст.: А.В. Рязанов, А.А. Шинкаренко
Рук.: асс. Т.Н. Шелест, асс. С.С. Кривонос</i> | 75 |
| 3. | ОПЫТЫ ПО ДЕМОНСТРАЦИИ ЦЕНТРОБЕЖНОЙ СИЛЫ ИНЕРЦИИ
<i>Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
Ст.: А.В. Рязанов, А.А. Шинкаренко
Рук.: асс. Т.Н. Шелест, асс. С.С. Кривонос</i> | 76 |
| 4. | ВЛИЯНИЕ ЭФФЕКТА ШОТТКИ НА ВЕЛИЧИНУ ПЛОТНОСТИ ТОКА НАСЫЩЕНИЯ.
<i>Национальный технический университет
"Харьковский политехнический институт"
Ст. Н.А. Пидручная
Рук.: доц. Е.Н. Подъячая, доц. С.Д. Гапоченко</i> | 77 |
| 5. | О ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ В НЕОДНОРОДНЫХ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ПОЛЯХ
<i>Национальный технический университет
"Харьковский политехнический институт"
Ст.: А.А. Лойко, С.И. Момотюк
Рук.: доц. Е.Н. Подъячая, асс. Г.Ю. Подъячий</i> | 79 |
| 6. | КОЛИ МИРНИЙ АТОМ ВИХОДИТЬ З ПІД КОНТРОЛЮ
<i>Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Ст. О.І. Теплинська
Рук. ст. викл. В.С. Савіна</i> | 81 |

7. **МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ЗЕМЛИ** 82
*Национальный технический университет
 «Харьковский политехнический институт»
 Ст. А.В. Петрова
 Рук. доц. Т.И. Храмова*
8. **СТРУКТУРНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ:
 ЭЛЕКТРОНОГРАФИЯ** 83
*Национальный технический университет
 "Харьковский политехнический институт"
 Ст. И.А. Михеев
 Рук.: доц. С.Д. Гапченко, доц. М.В. Лебедева*
9. **ПРОМИСЛОВЕ ВИРОБНИЦТВО
 НАПІВПРОВІДНИКОВИХ МАТЕРІАЛІВ В УКРАЇНІ** 85
*Національний технічний університет «ХПІ»
 Ст.: Т.О. Яценко, Н.С. Абашкіна
 Кер.: доц. В.І. Белозерцева, ас. І.А. Корж*
10. **ТЕМПЕРАТУРА ВНЕШНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ СТЕН
 ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В ЯСНУЮ ПОГОДУ** 86
*Национальный технический университет
 «Харьковский политехнический институт»
 Ст. И.В. Татарка
 Рук. доц. Ю.Г. Окладной*
11. **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ** 89
*Национальный технический университет
 «Харьковский политехнический институт»
 Ст.. А.В. Волков
 Рук. доц. Ю.В. Меньшов*
12. **ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ КОЛЕСА** 91
*Национальный аграрный университет им. В.В. Докучаева
 Ст.: А. Камышан, С. Щербина
 Рук.: проф. М.Я. Рохманов, ст. пр. В.В. Онищенко*
13. **ПОТЕНЦИАЛ ПОЧВЕННОЙ ВЛАГИ** 92
*Национальный аграрный университет им. В.В.Докучаева
 Ст. В.С. Слинько
 Рук. ст. пр. В.В. Онищенко*
14. **СВЕРХПРОВОДНИКИ: ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ,
 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ** 93
*Национальный технический университет «ХПИ»
 Ст. В.В. Шутинский
 Рук. доц. Т.И. Храмова*

СЕКЦИЯ ИСТОРИИ ФИЗИКИ

12⁰⁰ 16 аудитория У2

- | | | |
|---|--|------------|
| 1 | АКАДЕМИК Л.Д. ЛАНДАУ
<i>Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
Ст. А.А. Ворошилов
Рук.: доц. Л.Г. Петренко, проф. А.И. Копелиович</i> | 94 |
| 2 | КУЛЬТУРА И ЦИВИЛИЗАЦИЯ
<i>Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
Ст. Н.С. Чернова
Рук. доц. В.И. Федорченко</i> | 97 |
| 3 | ПАРАДОКСЫ ТРЕТЬЕГО ЗАКОНА НЬЮТОНА.
<i>Национальный Технический Университет
„Харьковский Политехнический Институт”
Ст.: О.Ю. Антолик, Е.В. Гончаренко
Рук.: доц А.Я. Дульфан, асс. И.В. Галушак</i> | 100 |
| 4 | ПРОСТЫЕ СПОСОБЫ ПРОВЕРКИ СЛУХА
<i>Национальный Технический Университет
„Харьковский Политехнический Институт”
Ст.: В.А. Моргун, А.М. Ткачова
Рук.: доц А.Я. Дульфан, асс. С.С. Кривonos</i> | 101 |
| 5 | ТАЙНА БУЛАТА
<i>Харьковский национальный аграрный университет
им. В.В. Докучаева
Ст. Д.О. Бойченко
Рук. доц. С.С. Авотин</i> | 102 |
| 6 | ФИЗИКА РЕЧНЫХ МЕАНДРОВ
<i>Харьковский национальный аграрный университет
им. В.В. Докучаева
Ст. О.И. Калитин, Д.И. Пирта
Рук. доц. С.С. Авотин</i> | 103 |

7	АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ - ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ	105
	<i>Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт» Ст. И.А. Штангей Рук. доц. Л.Г. Петренко</i>	
8	ДОСТИЖЕНИЯ НАУКИ СРЕДНЕВЕКОВОГО ВОСТОКА (VI-XIV вв.)	107
	<i>Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт» Ст. Д. Ободец Рук.: доц. С.Д. Гапochenко, доц. М.В. Лебедева, доц. Е.Н. Подъячая</i>	
9	СТРУКТУРА ВОДЫ	110
	<i>Национальный технический университет Харьковский политехнический институт Ст.: Е. Позудина, М. Некрасова Рук.: доц. Н.Л. Дьяконенко, доц. В.И. Федорченко</i>	
10	ЧОМУ ПАПІРЕЦЬ УТРИМУЄТЬСЯ НА КРАЯХ СКЛЯНКИ ?	113
	<i>Національний Технічний Університет „Харківський Політехнічний Інститут” Ст.: А.І. Михайлова, М.В.Волянская Рук.: доц .Г.Я. Дульфан, доц. Н.Б. Фат'янова</i>	
11	К ВОПРОСУ ОБ ИЗМЕНЕНИИ ЦВЕТА НЕБА С ВЫСОТОЙ	115
	<i>Национальный Технический Университет „Харьковский Политехнический Институт” Ст.: М.Б. Черкашина, А.А. Тобольцева Рук.: доц А.Я. Дульфан, асс. И.В.Галуцак</i>	
12	СВЕТ И ЗВУК: ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В СРЕДЕ	118
	<i>Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт» Ст. Е.Н. Гаврилов Рук. ст. пр. Г.Е. Галуза</i>	
13	ИСТОРИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ ФОНОГРАФА	119
	<i>Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт» Ст. Д.Ю. Мошенко Рук. ст. пр. Т.В. Свитенко-Краснокутская</i>	

14	МИХАИЛ АЛЕКСАНДРОВИЧ ЛЕОНТОВИЧ <i>Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт» Ст. Г.К. Гацкалов Рук. ст. пр. Т.В.Свищенко-Краснокутская</i>	121
15	М.В. ЛОМОНОСОВ И ЕГО ПЕРВЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ТЕОРИИ ТЕПЛОТЫ И ГАЗОВ <i>Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт» Д.С.Писарева, И.Г.Беляев Рук. доц. В.И.Белозерцева, асс. И.А.Корж</i>	123
16	ПЛАЗМЕННЫЕ УСКОРИТЕЛИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ <i>Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт» Ст. В.О. Поясник Рук. доц. Л.Г. Петренко</i>	124
17	НАУКА О ПУЗЫРЬКАХ <i>Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт» Ст. К.В. Близнюк Рук. доц. Л.Г. Петренко</i>	126
18	ВОДОРОД – ТОПЛИВО БУДУЩЕГО? <i>Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт» Ст. Н.Н. Присухин Рук. доц. Л.Г. Петренко</i>	127

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

ЛЕВ ДАВИДОВИЧ ЛАНДАУ

*Национальный Технический Университет
„Харьковский Политехнический Институт”
Ст.: М.А. Сергиенко, Аль Массди Мохам, И.Ю. Ляшуга
Рук.: проф. А.А. Мамалуй, доц А.Я. Дульфан.*

Лев Давидович Ландау - автор фундаментальных результатов в квантовой механике, физике твердого тела, теории фазовых переходов 2 рода, теории ферми- жидкости и сверхпроводимости, физики космических лучей, квантовой теории поля, физики элементарных частиц, теории плазмы, автор всемирно известного многотомного «Курса теоретической физики», написание которого было начато в Харькове.

Родился 22 января 1908 года в Баку. В 1916-17г. учился в гимназии. Затем в 1920-22г. в Бакинском экономическом техникуме.

1922г. - в возрасте 14 лет Ландау поступает в Азербайджанский государственный университет. 1924г. - Лев Ландау переводится на физико-математический факультет Ленинградского государственного университета. 1926г. - опубликована работа «К теории спектров двухатомных молекул». Ландау поступает в сверхштатную аспирантуру ЛФТИ.

Принимает участие в работе пятого съезда русских физиков в Москве (15-20 декабря). 1927г. - Ландау поступает в аспирантуру ЛФТИ.

За полтора года до окончания университета Ландау стал участником знаменитого среди студентов «джаз-банда». Ядро «джаз-банда» составляли три мушкетера Ландау, Димус-Дмитрий Дмитриевич Иваненко, Джонни (Георгий Гамов) и одна девушка - Евгения Канегиссер (будущая супруга Физика Пайерлса).

1927г. - В работе «Проблема торможения излучением» для описания состояния систем Ландау впервые вводит в квантовую механику новое важнейшее понятие - матрицу плотности.

Октябрь 1929г. По путевке Наркомпроса Ландау едет в полуторагодовую научную командировку за границу. Ландау посещает Берлин, Геттинген. Лейпциг, Копенгаген, Кембридж, Цюрих. Там он сотрудничает с лучшими физиками мира: Борном, Гайзенбергом, Дираком, Паули, Бором, которого с тех пор считает своим учителем в физике.

«Этот молодой ученый интересуется всем. И очень интересен сам. Но его мальчишеские выходки приводят к тому, что вначале все, что они

говорит, абсолютно не понятно. Но если с ним поспорить, то чувствуешь себя обогащенным. Я знаю, почему Ландау не пьет. Он опьянен самой жизнью, ему не нужен алкоголь» В.Паули

В 1930 году Ландау создал квантовую теорию диамагнетизма электронов. Теперь это явление называют «диамагнетизмом Ландау».

В 1931 г.- Ландау возвращается в СССР и работает в Ленинграде.

1932 г. август - Л.Д. Ландау переводится в Харьков заведующим теоретическим отделом Украинского физико-технического института. 1933г.- Л.Д.Ландау становится зав. кафедрой теоретической физики Харьковского механико-машиностроительного института (ХПИ). 1934 г.- ВАК присваивает Ландау степень доктора физ.-мат. наук без защиты диссертации.

1934 г.- Ландау создает так называемый теоретический минимум - специально разработанную программу для выявления и обучения особо одаренных молодых физиков. Одним из первых теорминимум сдают выпускники механико-машиностроительного института Е.М. Лифшиц и А.С. Компанеец.

В 1935 году Ландау и Лифшиц рассчитали доменную структуру ферромагнетика. Они доказали, что границы между отдельными доменами ферромагнетика - это узкие слои, в которых направления намагниченности непрерывно и постоянно меняются. 1935г. - чтение курса физики в Харьковском государственном университете, заведование кафедрой общей физики ХГУ. Л.Д. Ландау присвоено звание профессора.

В 1936-1937 годах Ландау опубликовал две работы о фазовых переходах второго рода, при которых состояние тела меняется непрерывно, а симметрия - скачкообразно. При фазовых переходах второго рода не меняется плотность тела и не происходит выделения или поглощения теплоты. В конце тридцатых годов Ландау создал теорию промежуточного состояния сверхпроводников. Он показал, что если сверхпроводник помещен в магнитное поле, то под действием этого поля образуется промежуточное состояние, при котором в сверхпроводнике возникает чередующиеся между собой сверхпроводящие и нормальные слои. В частности, Ландау предложил формулу для толщины этих слоев.

1937, 8 февраля- Ландау поступает в Институт физических проблем в Москве. Вскоре он становится заведующим теоретическим отделом этого института.

1937, 27 апреля- Л.Д. Ландау арестован по ложному обвинению в шпионаже в пользу Германии. 28 апреля 1939 года Л.Д.Ландау освобожден из тюрьмы под поручительство П.Л. Кашицы.

1940-1941 год - Ландау теоретически обосновал сверхтекучесть гелия и проложил начало новому разделу физики - физика квантовых жид-

костей. При охлаждении гелия до температур близких к абсолютному нулю жидкий гелий не только не становится твердым, но наоборот, теряет вязкость, переходя в состояние сверхтекучести.

1941-1943г. Институт физпроблем эвакуируют в Казань. Ландау проводит расчет физических процессов, определяющих боеспособность вооружения и военной техники. Получает орден «Знак почета». В 1945 г. после окончания войны публикует три статьи с описанием процессов, протекающих при детонации химических взрывчатых веществ.

1946,30 ноября - Л. Д.Ландау избран действительным членом АН СССР. Л.Д.Ландау присуждена Госпремия СССР. Создана теория колебаний электронной плазмы («Затухание Ландау»).

1948 - Издание «Курса лекций по общей физике».

1950 - Построение теории сверхпроводимости (совместно с В.Л.Гинзбургом).

1953 - Л.Д.Ландау присуждена Государственная премия СССР.

1954 - Л.Д. Ландау, А.А. Абрикосов, И.М. Халатников опубликовали фундаментальный труд «Основы квантовой термодинамики». 1955- Издание «Лекций по теории атомного ядра» совместно с Я.И. Смородинским. 1956- Л.Д. Ландау создает теорию Ферми- жидкости.

В 1957 году Л.Д. Ландау предложил принцип комбинированной четности, согласно которому все физические системы будут эквивалентными, если при замене «правой» системы координат на «левую» все частицы заменить античастицами.

7 января 1962 года Л.Д. Ландау попадает в автомобильную катастрофу. В результате аварии Ландау получил комплекс множественных травм, каждая из которых могла бы привести к смертельному исходу, он выжил, но к плодотворной творческой работе вернуться уже не суждено.

1962, апрель - Ландау удостоен Ленинской премии за цикл книг по теоретической физике.

1962, ноябрь – Л.Д.Ландау удостоен Нобелевской премии «за пионерские работы в области теории конденсированных сред, в особенности жидкого гелия».

1963 – издание «Физики для всех» (вместе с А.И. Китайгородским)

1 апреля 1968 года умер Лев Давидович Ландау.

«Главное, делайте все с увлечением, это страшно украшает жизнь!» так говорил этот величайший физик и незаурядный человек Л.Д. Ландау

1. М.Я.Бессараб. Ландау. Страницы жизни. Московский рабочий 1988.,285 с.
2. Воспоминания о Л.Д.Ландау. Под ред. И.М. Халатникова.Москва «Наука»,1988г, 348 с.
3. А.И.Ахиезер. Очерки и воспоминания.Харьков.Факт.2003г, 418 с.
4. Кора Ландау – Дробанцева. Академик Ландау. Как мы жили. Захаров АСТ.,Москва,1999.

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОНОХРОМАТОРА УМ-2

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст.: Н. Вдовина, Д. Бушнец

Рук.: проф. А.И. Беляева, асс. С.Н. Коломиец

В настоящее время для определения химического состава различных функциональных материалов в научных исследованиях и современном производстве широко применяется спектральный анализ. Связано это, прежде всего, с тем, что в подавляющем большинстве случаев он точнее, быстрее и чувствительнее химических методов. Особую роль играет спектральный анализ в астрофизике: здесь это единственный экспериментальный метод определения химического состава в строении звезд.

Целью качественного спектрального анализа является установление всех химических элементов, из которых состоит исследуемый образец. Решается эта задача путем измерения длин волн спектральных линий излучения (поглощения) вещества и отождествления их по справочным данным с определенными химическими элементами. В современной квантовой механике строго доказано, что атомы каждого химического элемента имеют присущий только им набор возможных стационарных энергетических состояний. Переходы между этими состояниями и образуют спектр частот излучения (или поглощения), характерный только для данного элемента. Именно поэтому оказывается возможным отождествление химического элемента по его спектру испускания или поглощения.

Основа экспериментальной спектроскопии – спектральные приборы (монокроматоры, спектрометры, спектрофотометры, спектрографы и др.), которые служат для получения оптических спектров. По положению линий в спектре, то есть по длинам волн, можно судить об уровнях энергии и внутреннем строении атомов и молекул. Таким образом, спектральные приборы исследуют излучение как сигнал, посылаемый в определенных условиях веществом и дающий информацию о его строении.

В учебных лабораториях широко применяется универсальный монокроматор для видимой области спектра УМ-2, который был разработан еще в начале 50-х годов. Прибор оказался настолько удачным, что он до сих пор востребован и выпускается промышленностью. Проблемой является моральное устаревание экспериментальной установки, что, прежде всего, связано с отсутствием автоматизации процесса измерений.

При этом метрологические параметры УМ-2 незначительно ниже параметров современных аналогов. Для поддержания экспериментальной техники на должном уровне возникает необходимость проведения автоматизации оборудования своими силами и средствами. В связи с этим **целью данной работы** является автоматизация экспериментальной установки на базе монохроматора УМ-2 и определение неизвестного элемента по спектру излучения.

В результате проведенной работы создана оригинальная экспериментальная установка на базе монохроматора УМ-2, функциональная схема которой представлена на рис. 1.

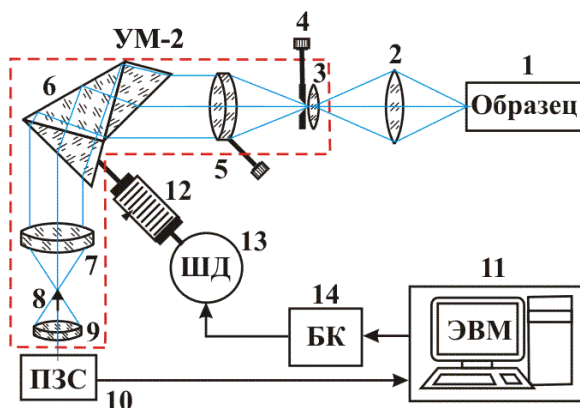


Рис. 1. Функциональная схема автоматизированной экспериментальной установки

Излучение от исследуемого образца 1 (рис. 1) через осветительную систему (конденсорные линзы 2 и 3) попадает на регулируемую по ширине входную щель 4 монохроматора УМ-2. Объектив 5 формирует параллельный пучок света, которым освещается призма 6. Призма служит для пространственного разделения пучков света различных длин волн. Таким образом, в фокальной плоскости объектива 7 образуется спектр, доступный измерению данным прибором. За фокальной плоскостью объектива 7 находится окуляр зрительной трубы 9, который позволяет наблюдать полученный спектр визуально.

В качестве регистрирующего устройства используется ПЗС матрица 10 (ПЗС – прибор с зарядовой связью), соединенная с компьютером 11 через интерфейс USB. Измерение длин волн спектральных линий производится вращением барабана 12 поворачивающего призму 6 на опреде-

ленный угол, при этом центр визуально наблюдаемой в окуляр 7 линии совмещается с указателем 8. Поскольку в соответствии углу поворота призмы можно однозначно сопоставить длину волны измеряемой линии отсчет ведется по отсчетным делениям угла поворота барабана 12. Вращение барабана 12 осуществляется шаговым двигателем (ШД) 13, который управляется через блок коммутации (БК) 14 компьютером 11.

Процесс измерений осуществляется посредством разработанного пакета программ. На рис. 2 представлено диалоговое окно программы, управляющей измерениями, а также обработкой и хранением полученных результатов.

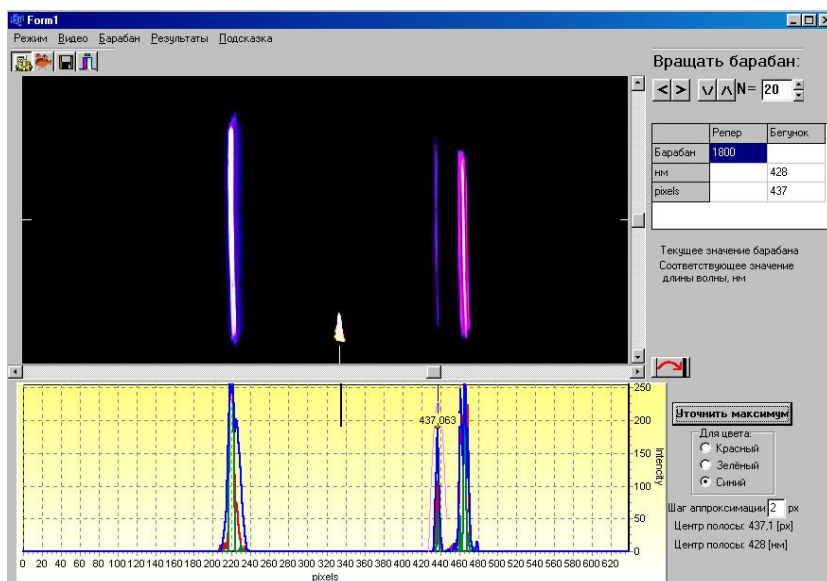


Рис. 2. Общий вид окна программы

С использованием созданной установки выполнен эксперимент и определен неизвестный элемент по спектру излучения. Полученные результаты свидетельствуют о том, что процесс измерений качественно улучшен, а погрешность измерений снижена по сравнению с измерениями на монохроматоре УМ-2 в стандартной комплектации.

Таким образом, в лаборатории создана оригинальная установка современного уровня для качественного спектрального анализа, которая успешно может быть использована в учебном процессе.

НОВОЕ В ФИЗИКЕ И ТЕХНИКЕ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст. А.С. Асеев

Рук.: проф. А.Г. Равлик, с.н.с. В.Н. Самофалов

Первым практическим применением постоянных магнитов (ПМ) был магнитный компас, изобретенный в Китае более двух тысяч лет назад. Впоследствии стрелки компасов изготавливали из углеродистых сталей, которые затем подвергали закалке. Целенаправленная разработка материалов для ПМ начинается со второй половины XIX века в связи с их использованием в измерительных приборах и электротехнических устройствах. Если постоянные магниты из углеродистых сталей имели коэрцитивную силу $H_c \approx 40-50$ Э (3-4 кА/м) и максимальную запасенную энергию $(BH)_m \approx 0,2$ МГс·Э (1,6 кДж/м³), то в ПМ из сплавов Sm-Co, разработанных в 1970 г., удалось увеличить указанные характеристики почти на два порядка. Благодаря разработке в 80-90-х годах XX века сплавов Nd-Fe-B H_c и $(BH)_m$ были увеличены еще в несколько раз. Характерной особенностью указанных материалов является гигантская магнитная анизотропия, поле которой H_k в Sm-Co сплавах достигает 500 кЭ (40 МА/м), а в сплавах Nd-Fe-B – 100 кЭ (8 МА/м). Эта особенность и обуславливает высокие значения H_c и $(BH)_m$.

Наряду с совершенствованием и разработкой материалов для ПМ проводятся исследования новых физических явлений в этих материалах и системах на основе ПМ. Отметим, что недавно появились сообщения об источниках магнитного поля с напряженностью до 50 кЭ. Физические принципы разработки таких устройств в этих публикациях не раскрывались. На кафедре физики металлов и полупроводников НТУ «ХПИ» были проведены работы, выясняющие природу сильного магнитного поля в системах ПМ. Данный доклад является кратким обзором этих работ. В них сильными магнитными полями названы поля рассеяния, напряженность которых превышает значение индукции материала магнитов $B_S = 4\pi M_S$, где M_S – намагниченность насыщения.

Было показано [1], что такое поле возникает на краю грани ПМ, на которой нормальная компонента M_S испытывает скачок. Сильное поле направлено по касательной к «заряженной» грани и его напряженность увеличивается при приближении к краю грани по закону $H_x = 4\pi M_S \ln(a/x)$,

где a – линейный размер постоянного магнита. Из приведенной формулы видно, что край «заряженной» грани является сингулярной точкой. Отсюда следует возможность получения сильных полей вблизи этой точки.

Генерирование сильных магнитных полей с использованием ПМ с малым полем анизотропии принципиально невозможно, поскольку возникающее поле высокой напряженности, распространяясь не только вне магнита, но и в его объеме, будет стремиться размагнитить образец. В результате собственное поле рассеяния будет ослабевать, и сильное поле не возникнет. Для его создания необходимо, чтобы поле магнитной анизотропии было больше, чем размагничивающее поле. Это условие выполняется для магнитов, например, из сплавов Sm-Co.

В [1] были рассчитаны некоторые простые системы, генерирующие сильные поля. Одна из них, условно названная системой А, состоит из двух постоянных магнитов, расположенных на одном магнитопроводе (рис.1). В такой системе существуют области протяженностью $\Delta x \approx 0,1a$, в которых поля рассеяния превышают значение B_s магнитов в несколько раз (рис.2). Возможность существования таких полей обоснована расчетами и проверена экспериментально. Подобные системы названы в [2] «линейными», поскольку в них сингулярные точки образуют линию. Были рассчитаны и более сложные системы, в частности «точечные» [2]. В них сильное поле локализовано в небольшой области вокруг некоторой сингулярной точки. Исследованы также системы с большой областью локализации сильного поля [3].

Открытые эффекты сильного поля положены в основу некоторых технических применений. Одним из них является сканирующий ЭПР-микроскоп [4], который дает возможность исследовать пара- и ферромагнитные объекты малых размеров (пленки, фольги порошки и т.п.) мето-

Рис.1 Система А

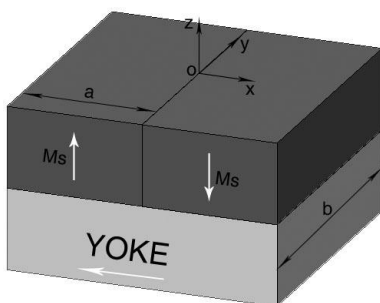
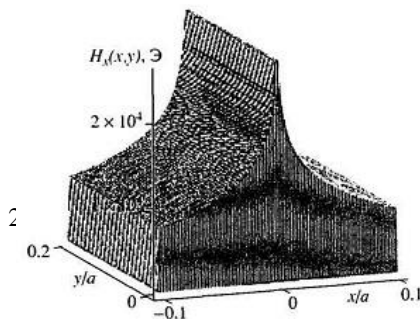
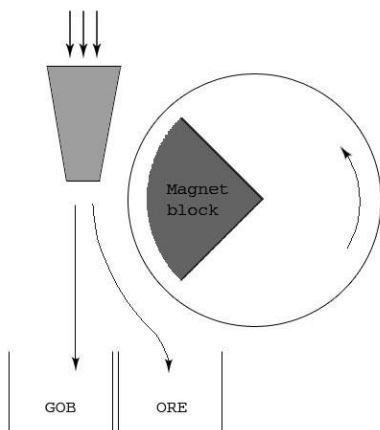


Рис.2 Зависимость горизонтальной компоненты поля рассеяния



дом электронного спинового резонанса в диапазоне частот 30-45 ГГц. Статическое магнитное поле создается модулем на основе системы ПМ из Sm-Co (рис.1). Из условий резонанса найдено, что поле в рабочей зоне при частоте 44 ГГц составляет 19250 Э.

В работе [5] предложены перспективные конструкции головок для магнитной записи. Головка горизонтальной записи создает сильное поле, параллельное плоскости носителя. Суммируясь с импульсным полем, создаваемым катушкой, сильное поле перемагничивает носитель. В итоге после записи на носителе формируются области, которые отличаются намагниченностью. Считывание информации можно производить при помощи магниторезистивных головок, обладающих гигантским магнитосопротивлением.



Сильные магнитные поля можно применять для обогащения слабомагнитных руд. В этом случае существенной становится еще одна особенность сильного поля – его неоднородность. Сила, действующая на частицу руды, описывается формулой: $\vec{F} = \chi V \nabla H$, где χ – магнитная восприимчивость частицы, V – объем частицы, ∇H – градиент сильного поля. Большой градиент поля в системе А позволит обеспечить лучшую сепарацию руды и породы (рис.3).

Рис.3 Разделение магнитных руд

Литература:

1. Samofalov V.N., Ravlik A.G., Belozorov D.P., Avramenko B.A. // JMMM, 2004, V. 281, P. 326– 335.
2. Belozorov D., Ravlik A., Samofalov V. // J. Iron and Steel Research Internat., 2006, V. 13, Suppl. 1, P. 383 – 388
3. Samofalov V.N., Belozorov D.P., Ravlik A.G. // JMMM, 2008, V. 320/8, P. 1490 – 1498.
4. Belozorov D., Derkach V., Ermak G., Nakhimovich M., Ravlik A., Samofalov V., Tarapov S. and Zamkovoy A. // Internat. J. Infrared and Millimeter Waves, 2006, V. 27, N1, P. 107 – 116.
5. Samofalov V.N., Ilyashenko E.I., Ramstad A, Lubyany L.Z., Johansen T.H. // J. Optoelectronics and Advanced Materials, 2004, V. 6, N3, P. 911 – 916

PRACTICING DNR-BASED INSTRUCTION IN PHYSICS: SLIDING A STICK TOWARDS ITS CENTER OF GRAVITY

***V.Karazin Kharkov National University
University of California at San Diego***

St.: O. Ignatova, R. Mezentsev

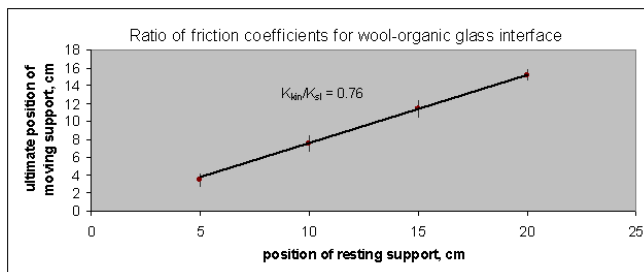
Leaders: Assoc. Prof. A. Kazachkov, Prof. G. Harel

Presented educational activity exemplifies practical application of basic ideas of a broad theoretical framework called *DNR-based instruction* originally developed to excel the efficiency of learning and teaching of mathematics [1,2]. The initials, *D*, *N*, and *R*, stand for three leading principles in the framework – *duality*, *necessity*, and *repeated-reasoning*. In *DNR* the *mathematical and scientific integrity* of the content taught and the *intellectual need* of the student to master the course are at the center of the instructional effort. The theory explicitly aims teachers to get students intrigued, puzzled and thus provoke their intellectual motivation to study, to acquire scientific ideas and practices, and assuring that they internalize, organize, and retain what they learn. An introductory course of Physics gives many the possibilities to amaze students with live demonstrations. The challenge for an instructor is to take full advantage of thus arisen students' *intellectual need* to search for a scientific explanation of observed phenomena.

In the reported project of undergraduate PhysEd majors a famous trick-like demonstration is developed into a conceptual theoretical problem. That is naturally followed by a series of measurements and computer simulation with an objective to prove students' reasoning and determine some fundamental data. The activity is relevant for high school and college courses of Physics and for further projects.

A known method to experimentally find a center of mass of a stick is to balance it on index fingers and bring them together smoothly; whatever is the mass distribution along the stick (a T-shaped broom is a good asymmetric option), the fingers always meet beneath its center of gravity [3,4]. First-time observers of this demo are apt to attribute this amazing result to demonstrator's trained skills. Thus it is instructive to leave one of the stick-supporting fingers at rest. Smoothly moving the other finger to meet the one at rest negates any suspicions of a trick *and* reveals the stick's motion not to be smooth at all. The stick alternates sliding together with the moving finger and resting on the motionless one. To explain such complex a behavior of that simple a system, students need to repeatedly apply their knowledge of basic concepts of Statics and Dynamics. The (second) condition for the stick to remain in equilibrium is to distribute its weight between the supporting fingers inversely proportionally to the fingers' distances to the mass center of the stick. That is easily checked by weighing on regular kitchen scales, a good measuring warmer for the partici-

pating learners. The closer the supporting finger to the stick's center, the more weight it bares. That effects friction, and in a very interesting way. Net friction force being a sum of kinetic and static friction forces acting upon the stick is zero all the time. Alternating is *which* finger slides along the stick (and thus exerts kinetic friction) and *which* keeps it from sliding due to static friction. Kinetic friction coefficient k_{kin} remains constant, while the coefficient of static friction depends on the stick's horizontal push; it may vary from zero to some maximum value k_{st} . Friction forces equal to the product of weight acting upon the support and a corresponding friction coefficient. While the finger sliding along the stick approaches its center of mass, the weight it bares increases and so does the sliding friction acting between this finger and the stick. At a certain 'motion switching' point static friction is no more able to resist the latter force accompanying sliding; the finger at rest in respect to the stick begins to slide. Simultaneously, the previously sliding support switches to rest (relative to a stick) and static friction, a wonderful example of an instant feedback system. An interactive computer simulation of this experiment in *Excel* uses animating macros written in *VB for Application*. The program involves simple formula expressions though implies for neat arrangement of Boolean functions. The figure features the data fitting procedure yielding the value of k_{kin}/k_{st} ratio; plotted are supporting fingers' distances from the stick's center of mass at 'motion switching' points for a series of trials. Absolute values of k_{st} are determined for a variety of surfaces by 'upside-down' maximum angle of inclination procedure.



It should be mentioned that – again pretty surprisingly for learners – the described experiment is completely irreversible. The system's feedback response to bringing away the supporting fingers does not allow both of them return to the ends of the stick: one of the fingers remains beneath the stick's center all the time.

1. G. Harel. The DNR System as a Conceptual Framework for Curriculum Development and Instruction, In R. Lesh, E. Hamilton., J. Kaput, (Eds.), *Foundations for the Future in Mathematics Education* (Erlbaum, 2007), pp263-280
2. <http://www.math.ucsd.edu/~harel>
3. J.Walker. *The Flying Circus of Physics*, (Wiley, NY, 1977), pp.28, 233.
4. R.Ehrlich, *Turning the World Inside Out and 174 Other Simple Physics Demonstrations*, (Princeton Univ. Press, Princeton, NJ, 1990), pp.49-50.

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА КОЭФФИЦИЕНТ ХОЛЛА ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ Bi - Sb

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст. О.И. Клименко

Рук.: проф. Е.И. Рогачева, м.н.с. А.А. Дроздова

Твердые растворы Bi-Sb - перспективные материалы для термоэлектрических и термомагнитных преобразователей, работающих при температурах ниже 200 К.

Малая эффективная масса и уникально высокая подвижность электронов в Bi и сплавах на его основе приводят к смещению границы B_k между слабыми ($\mu B \ll 1$, μ – подвижность носителей заряда, B – индукция магнитного поля) и сильными ($\mu B \gg 1$) полями в сторону малых полей (до $B_k \sim 0.01$ Тл). Известно, что в области слабых магнитных полей коэффициент Холла R_H не зависит от величины B . При измерении гальваномагнитных свойств и интерпретации результатов эксперимента необходимо знать величину B_k , существенно зависящую от значения μ .

Цель настоящей работы - исследование зависимости коэффициента Холла R_H твердых растворов Bi-Sb различного состава от величины магнитного поля и определение на основе этих данных границы слабых и сильных магнитных полей при комнатной температуре.

Объекты исследования - литые поликристаллические образцы Bi и сплавов Bi-Sb, содержащих 2 и 3 ат. % Sb, подвергнутые после синтеза гомогенизирующему отжигу в течение 1200 часов при 570 К, а также образец Bi, приготовленный путем прессования при давлении 4 т/см² порошка, полученного из литого образца Bi. Измерения R_H проводились при постоянном токе через образец в поперечном магнитном поле в интервале B от 0,01 до 1Тл.

Измерения показали, что на зависимостях $R_H(B)$ всех образцов в области малых полей имеется участок практического постоянства R_H (соответствующий границе слабого поля B_k), после чего R_H монотонно снижается с ростом B . Установлено, что введение 2% Sb, а также прессование образца Bi приводят к увеличению B_k , что связывается с появлением дополнительных центров искажений в кристаллической решетке Bi и снижением подвижности. При увеличении содержания Sb (3 ат.%) дальнейшего увеличения B_k не наблюдается, что согласуется с ростом подвижности носителей заряда, имеющим место при этом составе в результате приближения к бесщелевому состоянию.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФОРМАЛИЗМА ЛАГРАНЖА.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт».
Ст.: А.Г.Епихина, А.И.Николаева, Д.Б.Щербина
Рук.: проф. Е.С.Сыркин, асс. А.А.Човпан.*

Известно, что в курсе общей физики задачи механики решаются с использованием законов Ньютона. Типовым является следующий алгоритм решения задачи:

- Определяются все силы, действующие на тело, в векторной форме:
- Записывается в векторной форме второй закон Ньютона:

$$m\vec{a} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i.$$

- Второй закон Ньютона записывается в форме проекции на выбранные оси.
- Далее определение искомых величин происходит с помощью алгебраических преобразований.

Однако в технических университетах стран ЕС и США активно ведутся разработки по изучению формализма Лагранжа, основанного на принципе наименьшего действия (принцип Гамильтона) [1-3]. Современный инженер, в соответствии с принципами Болонской конвенции, должен проявлять гибкость в выборе методов решения каждой конкретной задачи, поэтому целесообразным представляется предложить иной метод решения тех же задач, причем величины, с которыми приходится работать, являются скалярными, что во многом упрощает вычисления. В соответствии с предлагаемым подходом каждая механическая система характеризуется определенной функцией координат, скорости и времени, которая называется функцией Лагранжа: $L = L(q, \dot{q}, t)$. Обобщенная координата – это любая величина, которая определяет положение механической системы в пространстве. Обобщенной скоростью называется производная обобщенной координаты по времени. С помощью функции Лагранжа введем понятие действия

$$S = \int_{t_1}^{t_2} L(q, \dot{q}, t) dt. \quad (1)$$

Как уже отмечалось, формализм Лагранжа основан на принципе Гамильтона: система между положениями равновесия движется таким образом, что действие имеет наименьшее возможное значение. Принцип наименьшего действия можно выразить следующим образом:

$$\delta S = \delta \int_{t_1}^{t_2} L(q, \dot{q}, t) dt = 0. \quad (2)$$

Используя методы вариационного исчисления и учитывая условие минимальности действия, получаем уравнение, которое в механике называют

уравнением Лагранжа:
$$\frac{d}{dt} \frac{\delta L}{\delta \dot{q}_k} - \frac{\delta L}{\delta q_k} = 0, \quad (3)$$

где $(k = 1, 2, \dots, s)$ – число степеней свободы системы. Таким образом, если функция Лагранжа рассматриваемой механической системы известна, то уравнения (3) устанавливают связь между ускорениями, скоростями и координатами, то есть представляют собой уравнения движения системы.

Таким образом, предлагается проводить по следующему алгоритму:

- Выбрать обобщенные координаты для рассматриваемой механической системы так, чтобы функция Лагранжа в этих координатах имела наиболее простой вид.
- Записать выражения, определяющие кинетическую и потенциальную энергию системы в общем виде.
- Записать функцию Лагранжа как разность между кинетической и потенциальными энергиями: $L = T - U$.
- Записать уравнение Лагранжа с учетом степеней свободы рассматриваемой системы.
- Решить поставленную задачу.

Понятно, что основная задача при использовании формализма Лагранжа для решения механических задач состоит в том, что бы найти кинетическую и потенциальную энергию системы.

В данном докладе представлены несколько задач классической механики, решение которых получено с помощью формализма Лагранжа. Интересным представляется также сравнение полученных результатов, к примеру, для гармонического осциллятора, с результатом, полученным «обычным» методом.

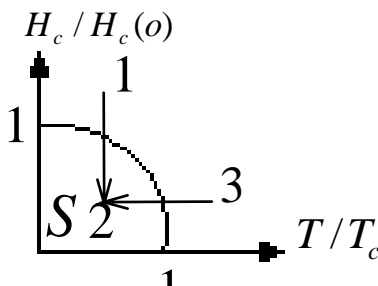
1. Hanc J., Taylor E., Tuleja S. Deriving Lagrange's equations using elementary calculus // Am. J. Phys. – 2004.–V. 72, No. 4.– P. 510-513.
2. Gray G., Taylor E. F. When action is not least // Am. J. Phys. – 2007. –V. 75, No. 5. – P. 435-456.

КВАНТОВЫЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА В СВЕРХПРОВОДНИКАХ (ЭФФЕКТ МЕЙНСНЕРА)

*Национальный Технический Университет
«Харьковский Политехнический Институт»*

Ст.: Н. В. Долуда, Ф.А Хаврич

Рук.: проф. А. А. Мамалуй



*H, T фазовая диаграммы состояния сверх-
проводника*

Фундаментальным эффектом, который характеризует сверхпроводимость как состояние идеального диамагнетизма, как известно, является эффект Мейсснера [1]. Из приведенной H, T фазовой диаграммы состояния сверхпроводника очевидно, что получение состояния сверхпроводимости (2) возможно, по крайней мере, двумя способами:

- (1→2) путем уменьшения H_c до значения меньше некоторого критического уровня (H_c);
- (3→2) путем уменьшения T в постоянном поле.

В обоих случаях магнитное поле не проникает в объем сверхпроводника ($\vec{B}_2 = 0$). Если в случае (1→2) поверхностные токи, экранирующие внешнее магнитное поле, возникают в следствие явления электромагнитной индукции, то в случае (3→2) уравнения Максвелла не объясняют возникновение экранирующих токов. Механизм возникновения тока – квантовый.

Рассмотрим простую модель, поясняющую реализацию такого механизма. Волну электронной куперовской пары можно представить в виде одномерной плоской волны:

$$\psi_p = A \sin(\omega t - kn)$$

Предположим, что частота волны ω связана с полной энергией куперовской пары W известным соотношением $W = \hbar \omega$ и что длина волны λ

связана с импульсом P центра масс пары соотношением де Бройля $\lambda P = h$.

Рассмотрим отрезок сверхпроводника, проходящий через точки X и Y . Если между точками X и Y не протекает ток, то импульс P электронной пары равен нулю и длина волны λ бесконечна. Следовательно, фаза волны электронной пары в точках X и Y одинакова.

Теперь предположим, что между точками X и Y течет ток без сопротивления. Тогда электронные пары имеют импульс P , и длины волн электронных пар конечны и равны $\lambda = h/P$. Следовательно, между точками X и Y будет существовать постоянная во времени разность фаз $(\Delta\phi)_{XY}$. Разность фаз между двумя точками, мимо которых бежит плоская волна, равна:

$$(\Delta\phi)_{XY} = \phi_X - \phi_Y = 2\pi \int_X^Y \frac{\hat{x}}{\lambda} dI$$

Здесь \hat{x} – единичный вектор в направлении распространения волны и dI – элемент линии, соединяющей точки X и Y , хотя по определению \hat{x} параллелен направлению распространения волны, сама волна не обязательно должна распространяться прямолинейно.

Мы будем рассматривать волны, распространяющиеся по макроскопическому замкнутому контуру. Для волны электронной пары $\lambda = h/P$, и импульс пары $P = 2mv$, где v – скорость пар, обусловленная наличием тока. Скорость v связана с плотностью сверхпроводящего тока соотношением:

$$J_s = \frac{1}{2} n_s 2ev$$

где n_s – плотность сверхпроводящих электронов, а $\frac{1}{2}n_s$ – плотность электронных пар. Следовательно, длина волны равна

$$\lambda = \frac{h n_s e}{2m J_s}$$

и разность фаз между точками X и Y , обусловленная током, равна:

$$[(\Delta\phi)_{XY}] = \frac{4\pi n}{h n_s e} \int_X^Y J_s dI$$

поскольку вектор \hat{x} параллелен J_s

Внешнее магнитное поле может сильно влиять на фазу волн электронных пар. Тогда:

$$(\Delta\phi)_{XY} = \llbracket (\Delta\phi)_{XY} \rrbracket_L + \llbracket (\Delta\phi)_{XY} \rrbracket_B$$

Аналогичным способом получим: $(\vec{P} = m\vec{v} + 2e\vec{A})$, где \vec{A} - вектор потока магнитного поля ($rot\vec{A} = \vec{B}$)

$$\llbracket (\Delta\phi)_{XY} \rrbracket_B = \frac{4\pi e}{h} \int_X^Y A dI$$

Окончательно итоговое соотношение имеет вид:

$$(\Delta\phi)_{XY} = \frac{4\pi m}{\hbar n_s e} \int_X^Y J_s dI + \frac{4\pi e}{h} \int_X^Y A dI \quad [2]$$

Таким образом, существует простая аналитическая взаимосвязь разности фаз, плотности тока и магнитного поля, т.е. существует квантовый источник тока, обусловленный градиентом фаз волновых функций куперовской пары.

Литература:

1. Meissner W., Ochsenfeld R., Naturwiss, 21, 787 (1933).
2. Rose-Innes A., Rhoderick E., (1969).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСТЯННОЙ ПЛАНКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАКОНОВ ВНЕШНЕГО ФОТОЭФФЕКТА

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст. В.Галаган

Рук.: асс. А.Н. Андреев, асс. С.Н. Коломиец

Среди универсальных констант природы особое место занимает постоянная величина, введенная Планком и носящая его имя. Она является одной из фундаментальных постоянных и входит во многие физические законы, описывающие поведение материи и энергии в масштабах микромира.

Существуют различные экспериментальные методы определения постоянной Планка, среди них наиболее распространены методы, основанные на: 1) законах теплового излучения; 2) рентгеновских спектрах; 3) законах внешнего фотоэффекта. В учебной лаборатории наиболее просто осуществить эксперимент по определению постоянной Планка с использованием внешнего фотоэффекта. В связи с этим **целью настоящей работы** является создание экспериментальной установки для изучения законов внешнего фотоэффекта и определения постоянной Планка. К разрабатываемой установке предъявляются следующие требования: компактность, точность измерений, безопасность при работе и невысокая стоимость.

Внешний фотоэффект – явление испускания электронов с поверхности металла под действием света. С квантовой точки зрения при падении света на поверхность металла происходит столкновение кванта света (фотона) с электроном металла. Энергия фотона передается электрону и расходуется на то, чтобы вырвать электрон из металла и сообщить ему кинетическую энергию. Энергетический баланс этого взаимодействия, в соответствии с законом сохранения энергии, описывается уравнением Эйнштейна:

$$h\nu = A + E_{\text{кин. max}} \quad (1)$$

Для изучения законов внешнего фотоэффекта используется экспериментальная установка, принципиальная схема которой представлена на рис. 1. Освещающая вакуумный фотоэлемент *ВФ* (рис. 1) постоянным световым потоком, и изменяя с помощью реостата *R* напряжение питания, получают его вольтамперную характеристику изображенную на рис. 2.

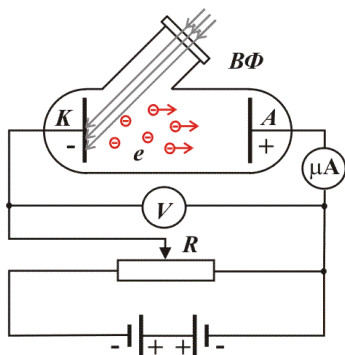


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для изучения внешнего фотоэффекта

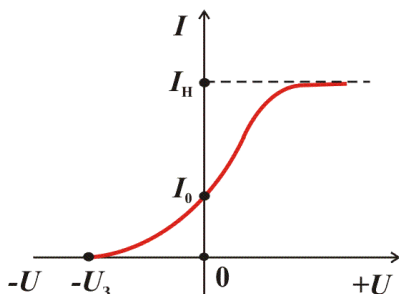


Рис. 2. Вольтамперная характеристика вакуумного фотоэлемента

Существование фототока в области отрицательных напряжений от 0 до $-U_3$ (рис. 2) свидетельствует о том, что фотоэлектроны, выбитые из катода, обладают начальной кинетической энергией. За счет уменьшения этой энергии электроны могут совершать работу против сил задерживающего электрического поля и достигать анода. Для того чтобы уменьшить фототок до нуля, необходимо приложить задерживающее напряжение U_3 (задерживающий потенциал). При $U=U_3$ ни один электрон не может преодолеть задерживающее поле и достичь анода, при этом очевидно, что:

$$E_{\text{кин. max}} = eU_3. \quad (2)$$

Из (1) и (2) следует, что задерживающее напряжение фотоэлемента зависит линейно от частоты падающего света:

$$U_3 = \frac{h\nu}{e} - \frac{A}{e}. \quad (3)$$

Измеряя зависимость задерживающего потенциала от частоты падающего света, и построив график, можно определить постоянную Планка и работу выхода электрона из металла. Величина h/e равна тангенсу угла наклона прямой (3) к оси абсцисс (рис. 3).

Как следует из методики определения постоянной Планка, для получения требуемой точности измерений необходимо освещать фотоэлемент монохроматическим светом. Кроме того, ввиду низкой чувствительности фотоэлемента мощность излучения должна быть значительной. Поэтому, в качестве источника излучения лучше всего использовать ла-

зер. Но из-за высокой стоимости компактных лазеров с мощностью излучения более 10 мВт, их использование в качестве источника в учебной лаборатории крайне затруднительно.

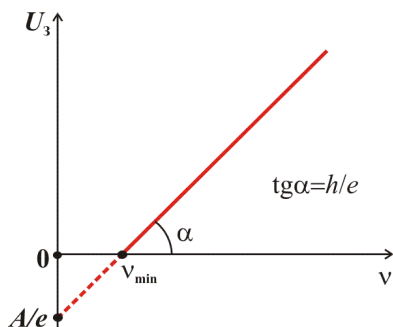


Рис. 3. График зависимости задерживающего потенциала от частоты падающего света

В связи с этим возникла задача поиска источника излучения обладающего необходимой мощностью, монохроматичностью, компактностью и низкой стоимостью. Рассматривались следующие варианты: светофильтры с дискретным и непрерывным источником излучения и светодиоды. На основании проведенных исследований были получены следующие результаты: светофильтры с непрерывным источником излучения (лампой накаливания) дают наибольшую погрешность при определении постоянной

Планка, что связано с неточностью определения длины волны. Проведенные исследования спектров пропускания светофильтров с дискретным источником излучения (ртутной лампой) и спектров излучения светодиодов на спектрографе ИСП-51 позволили достаточно точно определить длину волны источника излучения. Установлено, что использование ртутной лампы и светофильтров позволяет получить источник света требуемой мощности и монохроматичности, однако недостатком в этом случае являются габариты. Сверхяркие светодиоды достаточно монохроматичны и обладают большой спектральной мощностью излучения, кроме того, они компактны и имеют невысокую стоимость.

Выбор длин волн источников излучения был произведен на основании измерений спектральной чувствительности вакуумного фотозлемента с использованием монохроматора УМ-2.

С использованием сверхярких светодиодов в качестве источников излучения создана установка, удовлетворяющая всем предъявляемым к ней требованиям. Экспериментально определены вольтамперные характеристики фотозлемента и по изложенной методике рассчитана постоянная Планка.

Таким образом, в результате проведенной работы создана оригинальная экспериментальная установка позволяющая изучать законы внешнего фотоэффекта и определять постоянную Планка. Созданная установка может быть использована в учебном процессе.

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИЗМЕННОГО МОНОХРОМАТОРА ДЛЯ КАЧЕСТВЕННОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст.: К.В. Комарчук, О.С. Пелехно

Рук.: доц. Е.Т. Лемешевская, доц. В.В. Пилипенко.

Под качественным эмиссионным спектральным анализом понимают метод исследования химического состава вещества по спектру испускания атомов или ионов. Основой спектрального анализа является индивидуальность спектров атомов и ионов.

В данной работе частичный качественный анализ был проведен с помощью монохроматора УМ-2. Монохроматор УМ-2 является точным спектральным прибором и предназначен для разложения в спектр излучения источника света в диапазоне от 380 до 1000 нм. Для определения длин волн линий, наблюдаемых в спектрах, предварительно была произведена градуировка монохроматора и получена градуировочная кривая $\lambda = f(b)$, где λ - длина световой волны, b - соответствующее ей градусное деление измерительно-го барабана.



Рис.1 Спектры эталонного (1) и контролируемого (2) источников

При проведении качественного спектрального анализа длины волн в спектрах определялись по таблицам [2]. Кроме того использовалась призма сравнения, которая позволяет через окуляр монохроматора наблюдать раздельно и одновременно два спектра – контролируемого и эталонного источников (рис. 1). В качестве эталонных источников были использованы ртутная лампа высокого давления и неоновая лампа.

В работе был проведен частичный качественный анализ газовой смеси двух трубчатых газоразрядных ламп (белой и розовой), двух энергосберегающих люминесцентных ламп (белой и желтой), проведено сравнение спектров излучения лампы накаливания и люминесцентной лампы.

Предлагаемая методика предназначена для постановки лабораторной работы в лабораторном практикуме для спецкурса "Оптический неразрушающий контроль".

1. Афанасьев В.А. Оптические измерения. – М., Недра, 1968.

2. Зайдель А.Н. и др. Таблицы спектральных линий. – М., 1962

АКТИВАЦИЯ НЕКОТОРЫХ НЕФТЯНЫХ ТОПЛИВ ПРИ ИХ КАВИТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКЕ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст. М.В.Цебренько

Рук.: ст. пр. В.И. Ушаков, доц. Н.Б. Фатьянова

Известно, что современные двигатели и котельное оборудование, работающие на жидком топливе из нефтепродуктов рассчитаны на применение топлив, отвечающих определенным техническим требованиям, от которых зависит экономичность, надежность работы двигателя, его экологическая безопасность и другие важные параметры.

Бензины автомобильные, неэтилированные (ГОСТ 51105-97), представляет собой смесь углеводородов бензиновых фракций, качество бензина определяется его испаряемостью и детонационной стойкостью (октановое число) и другими важными параметрами.

Дизельное топливо (ГОСТ 35-82) представляет собой смесь углеводородов керосиновой, газойлевой и соляровой фракций. Характеризуется цетановым числом, фракционным составом, температурой замерзания, температурой вспышки, массовой долей серы и ее соединений, содержанием механических примесей, воды и другими важными параметрами.

Мазут, получают на нефтеперерабатывающих заводах (ГОСТ 10585 - 75), как конечном продукте нефтепереработки и содержит наиболее тяжелые фракции углеводородов, продукты термического крекинга, окисления, полимеризации, коксования.

Наличие в жидком топливе из нефтепродуктов воды и взвешенных веществ приводит к неполноте сгорания топлива и к выбросу в атмосферу вредных веществ: оксид углерода (CO), углеводороды (CH), окиси азота (NO_x), и других компонентов, что приводит к ухудшению работы двигателя, повышению содержания токсичных веществ в атмосфере.

Улучшение физико-химических свойств жидких топлив из нефтепродуктов, **активирование топлива**, может достигаться в результате применения дополнительных присадок или применения кавитационных устройств гомогенизации, эмульгирования и диспергирования. Любое активирование топлива без применения дополнительных присадок (безреагентная модификация топлива) должно сопровождаться - **деполимеризацией, изменением химического состава** (фракционность, цетановое, октановое число), **изменением физических свойств** - плотности, вязкости, текучести, испаряемости. В результате этого изменяются про-

цессы сгорания топлива, что и обеспечивает экономию топлива при его использовании и улучшение экологических параметров.

Полимеризацию углеводородного топлива (см. рис. 1) и его **деполимеризацию** (см. рис. 2) с помощью кавитации, можно представить следующей схемой. В результате хранения топливо подвергается воздействию температуры, влажности, вибрации. В итоге, молекулы углеводорода начинают притягиваться друг к другу, и таким образом формируют молекулярные группы - "сгустки молекул" или полимеризованное топливо. Такие "сгустки" формируют полимеризованные цепочки (см. рис.1).



Рис.1. Стандартное топливо в полимеризованном виде с вклю-

чениями воды (белые эллипсы), парафинов (кружки) и негорючих частиц (черные прямоугольники).

При сжигании такого топлива доступ кислорода внутрь образовавшихся полимерных цепочек ограничен, что является причиной неполного сгорания топлива, так как процесс горения, начинаясь на активной стороне каждого большого «слипшегося» полимерного звена, не проникает внутрь цепочки и тормозится. Сгорание парафинов или серы будет не полным, что также приводит к замедлению горения, токсичным выбросам и неполному сгоранию топливной смеси в целом.

Гидродинамическая кавитационная обработка топлива приводит к целому ряду изменений, которые улучшают характеристики топлива (см. рис.2):-молекулярные полимерные цепочки органического топлива рвутся, образуя большое количество активных молекул, свободных радикалов, которые вступают в процесс окисления значительно быстрее;- если топливо содержит воду, то процесс горения становится более быстрым, равномерным и экономичным, т.к. вода переходит в мелкодисперсное состояние с образованием свободных радикалов Н и ОН, которые участвуют в процессе горения значительно активнее;- полимерные цепочки серы и парафинов при кавитационном разрушении ускоряют горение полученной эмульсии, при этом сера и парафин, окруженные поверхностно-активными веществами, остаются активными и не слипаются. Схема такого топлива представлена на рис.2.

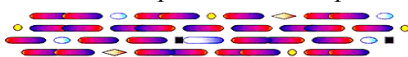


Рис.2. Топливо в деполимеризованном виде с включениями

серы (ромбики), остальные обозначения те же, что и на рис. 1.

После деполимеризации топлива увеличивается его текучесть, уменьшается плотность топлива, уменьшаются силы поверхностного натяжения, что обеспечивает более качественное его распыление и экономию.

Изменением химического состава (фракционность, цетановое, октановое число), можно представить следующей схемой, где исходная молекула показана на рис. 3 (а) и ее изменение под действием кавитационной

обработки на рис. 3 (б). Для того чтобы осуществить полное сгорание, необходимо либо обеспечить подачу кислорода внутрь полимерной цепочки, либо раздробить цепочку на отдельные друг от друга молекулы, которые горят быстрее. Это и называется изменением фракционного состава, так как при этом образуются более легкие углеродные молекулы и оторванные, свободные радикалы, которые рекомбинируются между собой с образованием "инициаторов горения". Графически это выглядит

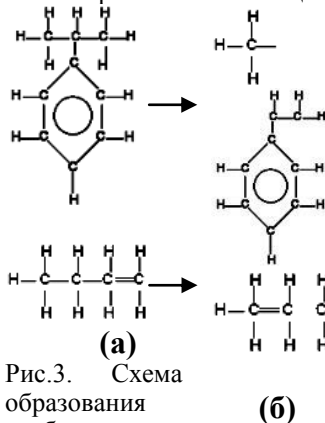


Рис.3. Схема образования свободных радикалов и изомеров.

как на рис. 3. Важным моментом, является появление **изомеров**, т.е. молекул которые имеют ту же химическую формулу, но разное пространственное расположение радикалов. **Изомеры** приводят к снижению температуры воспламенения топлива и более равномерному сгоранию. **Сера и Парафин.** Полимерные цепочки серы и парафинов не только рвутся, что так же ускоряет горение полученной смеси, но сера и парафин, переходят в мелкодисперсную форму и окружаются, как в контейнере, поверхностно-активными веществами (ПАВ), которые, как контейнер препятствуют их слипанию и началу кристаллизации.

Таким образом, разница между горением обычного топлива и топлива с измененным фракционным составом приводит к тому что:- процесс горения происходит более полным и равномерным;- незначительное увеличение легких фракций значительно облегчает зимний пуск, приводит к видимому увеличению динамики разгона автомобиля и к более полному сгоранию топлива;- полное сгорание топлива приводит к уменьшению затрат топлива;- полное сгорание приводит меньшему износу поршневой группы вследствие снижения детонации;- перестает образовываться и удаляется старый нагар в цилиндрах;- химически активные радикалы полностью растворяют и вымывают все отложения в топливной системе и на форсунках;- резко снижается дымность и количество вредных и токсичных выбросов. В **дизельном топливе** - падает температура начала кристаллизации, дизельное топливо становится более текучим. В **смесевых бензинах** - происходит усреднение (гомогенизация) всего топлива, увеличивается октановое число, а свободные радикалы связывают влагу в бензобаке, передавая двигателю дополнительную мощность, как при сжигании водотопливной эмульсии. В **мазуте** образуется **водомазутная топливная эмульсия (ВМТЭ)** - это активированное жидкое топливо, представляющее собой дисперсную систему из двух нерастворимых друг в друге жидкостей. Вода в ВМТЭ является своеобразным катализатором, улучшающим и ускоряющим процесс сжигания топлива.

ВЛИЯНИЕ ПЛАНЕТ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ НА КЛИМАТ ЗЕМЛИ

*Национальный Технический Университет
«Харьковский политехнический институт»
Ст.: Н.С.Скворцов, О.О. Шевченко, А.А. Кривчикова
Рук.: проф. А.А. Мамалуй, проф. Е.С. Сыркин,
доц. В.А. Лыках*

Одним из основных факторов определяющих климат на Земле является расположение препятствий встречающихся на пути солнечных лучей. Для того чтобы просчитать, сколько энергии в этом случае Земля недополучает можно оценить с помощью волновой или геометрической оптики, что зависит от параметров системы. В работе [1] предложено объяснение заморозков и временного похолодания при помощи зон Френеля, возникающих от планет расположенных между Землей и Солнцем. Результирующее действие полностью открытого фронта световой волны, возбуждаемой источником излучения в рассматриваемой точке, равно половине действия одной только центральной зоны Френеля. При закрытии первой зоны Френеля возникает темное пятно в тени планеты. В [1] приведена оценка первой зоны Френеля для Луны $r_{1л}=18,6$ м. по нашим оценкам для Венеры $r_{1в}\approx 240$ м., а для Меркурия $r_{1м}\approx 200$ м. Таким образом, каждая из планет закрывает своим диском 10^3 - 10^4 зон Френеля. Это означает, что описание с помощью волновой оптики для данной задачи, к сожалению, не годится, потому что влияние зон Френеля хорошо проявляется лишь при закрытии небольшого их количества (1-2 до 5). По нашему мнению более корректное описание локальных похолоданий возможно при использовании соображений обычной геометрической оптики. Во время парада планет – Меркурия, Венеры, Луны и Земли (смотри рис.1) происходит частичная потеря энергии идущей от Солнца из-за попадания Земли в область тени планет. Периоды обращения Меркурия, Венеры и Земли вокруг Солнца соответственно равны 87,97 суток, 224,7 суток, 365 суток. Тогда период соединения Меркурия и Земли составит 116 суток, а для Венеры 587 суток. Меркурий, Венера и Луна затмевают небольшой процент видимой части Солнца относительно Земли - соответственно терется некоторый процент энергии, но в течении такого длительного времени (116 и 587 суток) потеря составляет ощутимую цифру.

1.Ш.Н. Магдеев, А.В. Самохин Зоны Френеля и весенние заморозки. Физическое образование в вузах. Т.13, № 3, 2007 г., с.80-82

2.Детлаф А.А., Яворский В.М. Курс физики. М.: Высшая школа, 1989

3.Бялко А.З. Наша планета – Земля. М.: Наука, 1983

4.Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М.: Наука, 1970

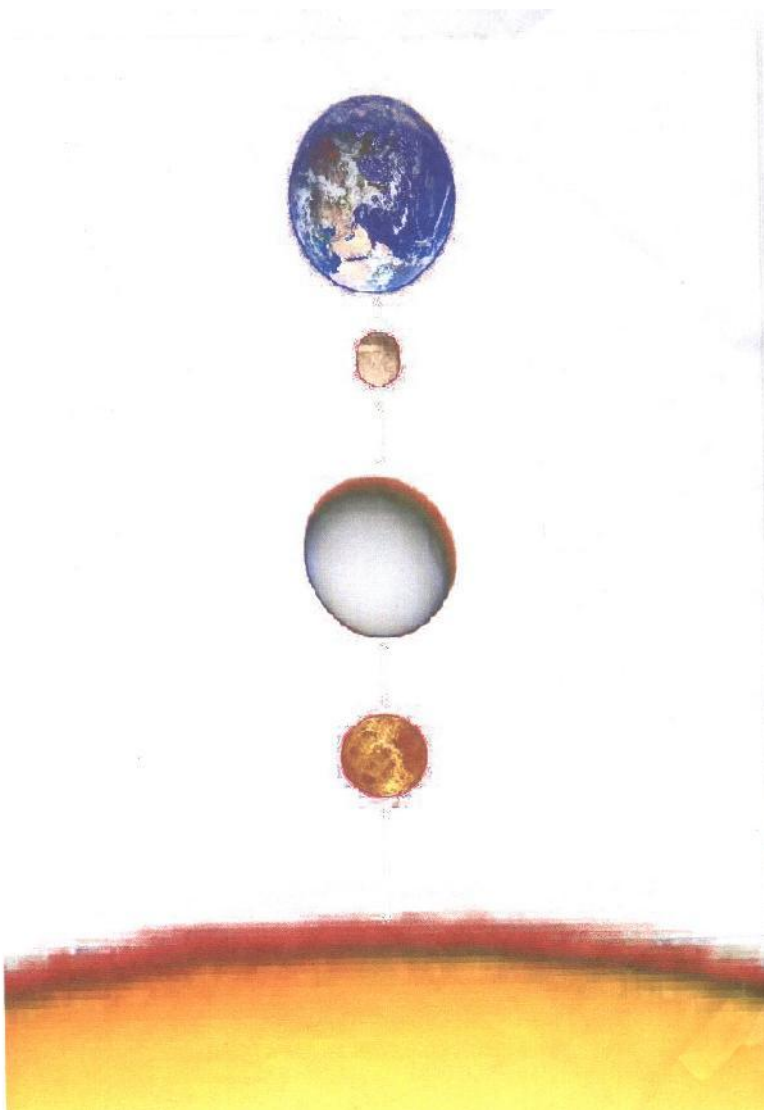


Рисунок 1

ЭФФЕКТ ДОПЛЕРА С КОМПЬЮТЕРОМ И МОБИЛЬНЫМ ТЕЛЕФОНОМ

*Харьковский национальный университет
им. В.Н.Каразина*

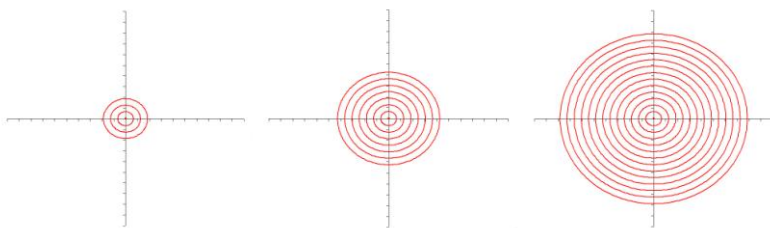
Ст.: С. Лукьянец, Т. Войтко, О. Игнатова

Рук.: доц. А. Р. Казачков, н.с. А. А. Давиденко

Компьютерная анимация в электронных таблицах *Excel* становится возможной благодаря использованию макросов [1], создаваемых и редактируемых при помощи языка *VBasic for Application*, встроенного в пакет *MS Office*. Такой подход позволяет студентам создавать интерактивные динамические модели изучаемых объектов и явлений без предварительного знания языков программирования или специализированных прикладных пакетов. Исследовательские студенческие проекты и задачи, решаемые на практических занятиях с использованием *Excel*-анимационного моделирования, существенно акцентированы на физике; программным аспектам уделяется существенно меньшее внимание.

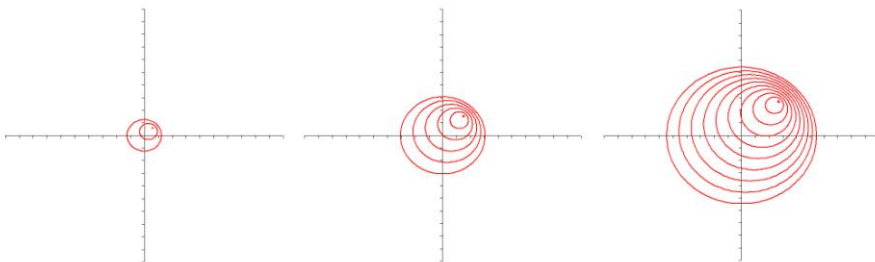
В настоящей работе указанным методом моделировался эффект Доплера. На рисунках представлены последовательности кадров двумерной *Excel*-анимации сферических волн при различных соотношениях между скоростью их распространения и скоростью источника.

Первый рисунок соответствует случаю волн, распространяющихся из неподвижного источника.



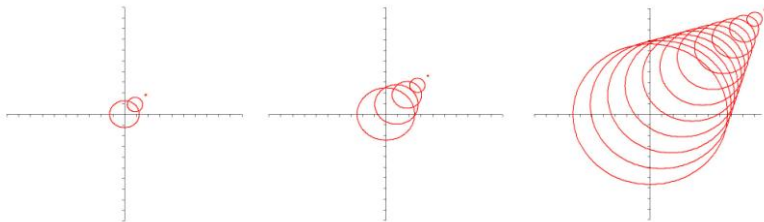
Как видно на следующем рисунке, частота периодического сигнала, порождаемого прямолинейно движущимся источником, за-

висит от положения приемника относительно направления движения источника.



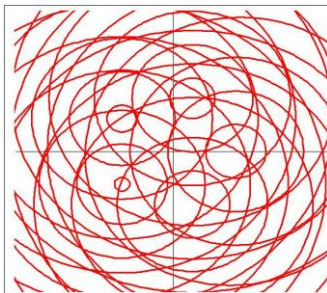
Данная интерактивная анимационная модель позволяет наблюдать эффект Доплера, связанный с движением как источника, так и приемника сигнала. Визуальная наглядность модели подкрепляется аудио эффектами, реализованными в серии озвученных видеоклипов. Учащиеся также могут самостоятельно озвучить интерактивную анимацию вручную.

При движении источника сигнала со сверхзвуковой скоростью возникает ударная волна (третий рисунок).



Экспериментальную компоненту данного проекта составляла модернизация известной учебной демонстрации [2], в которой эффект Доплера наблюдается при быстром вращении источника, генерирующего звуковых сигналы частотой 200-400 Гц. Используя в качестве покоящихся или вращающихся по кругу источников и приемников мобильные телефоны, учащиеся могут дистанционно наблюдать различные варианты явления, записывать сигналы в цифровом формате, количественно анализировать их частотный спектр, бороться с посторонними шумами (в частности, возникающими при быстром вращении приемника), сравнивать результаты своих экспериментальных исследований с компьютерными моделями.

На последнем рисунке показана сложная картина волновых фронтов, порождаемых источником, движущимся по кругу (*Excel*-анимация).



Литература:

1. С. Аверков, О. Игнатова, А. Казачков. Применение анимации в электронных таблицах *Excel* при решении задач по физике. Материалы студенческой. конференции «Актуальные проблемы физики и их информационное обеспечение», Харьков, НТУ «ХПИ», 2007
2. http://www.hep.uiuc.edu/home/mats/WCIA/wcia_040310_2.wmv

«КУБАТУРА КРУГА», «ЗМЕЯ БЮФФОНА» И ДРУГИЕ ТЕХНИКИ ОЦЕНКИ ЧИСЛА «ПИ»

*Харьковский национальный университет
им.В.Н.Каразина*

Ст.: А. Волощенко, О. Игнатова

Рук.: доц. А.Р. Казачков, проф. Ю.М. Дюкарев

Одна из старейших и эффектнейших задач теории вероятностей связана с экспериментальным нахождением числа «пи». Предложенный в 18 веке Ж.Л.Л.Бюффеном метод состоит в многократном бросании иглы на плоскость, расчерченную параллельными равноотстоящими прямыми линиями и подсчете числа пересечений этих линий иглой после ее остановки [1], [2] (имеется он-лайн ани-

мация). Несложно показать, что если упавшая на такую плоскость случайным образом игла длины L пересечет какую-либо из прямых m раз за n бросаний, а расстояние между прямыми равно $D \geq L$, то справедлива оценка

$$\pi = 2nL/mD \quad (1)$$

Для случая $L = D$ (расстояние между параллельными прямыми равно длине бросаемой иглы) формула (1) приобретает особо простой вид:

$$\pi = 2n/m \quad (2)$$

То есть число «пи» приближенно равно удвоенному отношению числа бросаний к числу пересечений; точность приближения возрастает с увеличением количества попыток.

Случаю «длинной» иглы ($L > D$) отвечает значительно более сложное оценочное выражение для величины числа «пи».

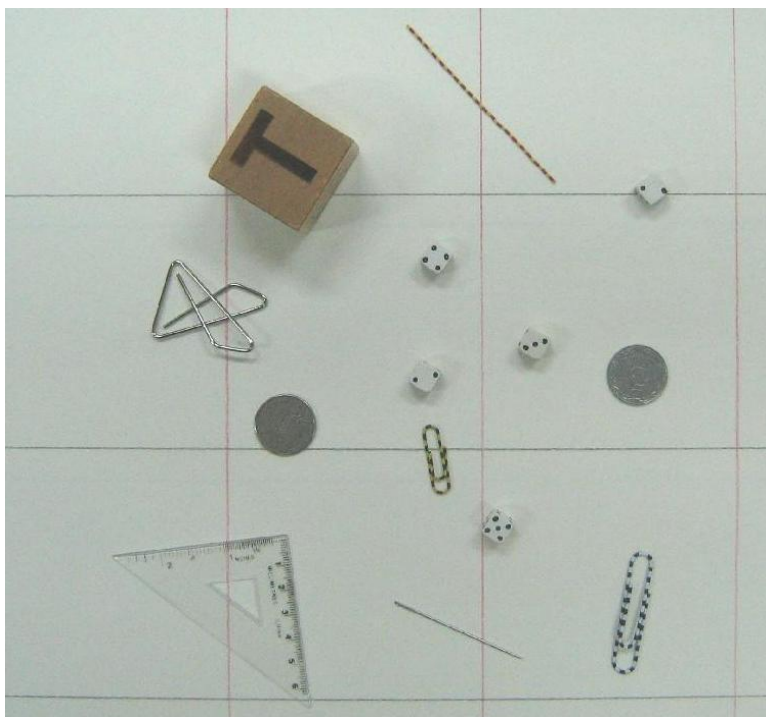
Замечательной особенностью задачи является то, что прямую «иглу Бюффона» вполне может заменить отрезок произвольной плоской кривой линии такой же длины L , в том числе замкнутый или самопересекающийся.

При бросании такой «кривой иглы» на расчерченную плоскость оценочные выражения для числа «пи» (1), (2) остаются справедливы. Это позволило провести цикл экспериментов с бросанием линейных, плоских и объемных предметов: колец, угольников, канцелярских скрепок, кубиков, моделируя различные формы не прямой «иглы Бюффона». При использовании такого классического «оборудования» теории вероятностей, как монеты и игральные кости, в каждой из серий бросаний решались параллельно несколько различных независимых вероятностных задач.

Разметка плоскости варьировалась. Серии бросаний составляли сотни попыток в случае реального эксперимента и тысячи при компьютерном моделировании алгоритма Бюффона.

Данные, полученные в реальном эксперименте, заносились в электронную базу данных для ускоренного анимационного представления исхода бросаний и дальнейшего анализа.

Методические аспекты эксперимента проанализированы с точки зрения точности оценки числа «пи» при бросании предметов различной формы. Сделана оценка количества бросаний, необходимого для достижения требуемой точности.



Бросанием фигур равной толщины: дисков (монет), треугольников Рело и других моделировался простой при расчетах, но трудно реализуемый в эксперименте одномерный вариант задачи об игле Буффона. Он рассматривался как предварительный этап работы, позволяющий учащимся хорошо разобраться в основной задаче.

Авторы работы благодарны В.А.Горбачевой и М.Билыч за помощь в сборе экспериментальных данных.

Литература:

1. Гнеденко Б.В., Курс теории вероятностей, М., Наука, 1965.
2. <http://irmest.narod.ru/zflash/flamat01.htm>

КВАНТОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ДВУХФАЗНОГО ОСЦИЛЛЯТОРА В ДИНАМИКЕ ДИСКРЕТНО - ЭСТАФЕТНОГО ДВИЖЕНИЯ

*Национальный технический университет
"Харьковский политехнический институт"*

Ст.: Ю.Ю. Горобец, А.А. Таран
Рук. доц. В.В. Ушаков

В аспекте дискретно-эстафетного движения (ДЭД) вакуум и любая элементарная частица (ЭЧ) – единый двухфазный осциллятор скачкообразного типа [1], при этом вакуум – разновидность материи в концепции П. Дирака [2]. Возможны только две фазы осциллятора : положительная фаза – ЭЧ обладает энергией mc^2 , вакуум в нормальном состоянии; отрицательная фаза – ЭЧ нет в реальном мире, уровень вакуумной материи – mc^2 возбуждён до нулевой энергии. Длительность положительной фазы равна нулю. Атом, молекула и т.п. рассматривается, как система связанных, элементарных двухфазных осцилляторов. В отличие от обычных осцилляторов, переход из отрицательной фазы в положительную совершается скачком, при этом вакуум переходит в нормальное состояние, возвращая в реальный мир квант–частицу. Для частоты появления в реальном мире ЭЧ постулировано [1] :

$$\nu = (mc^2 - m_0^*c^2)/h \quad (1)$$

Где h – постоянная Планка; $m_0^*c^2 = m_0c^2 + U(x)$; m_0c^2 — энергия покоя свободной ЭЧ, $U(x)$ – потенциальная энергия. По формуле (1) групповая скорость эстафетной волны равна наблюдаемой скорости ЭЧ в вакууме. В эстафетной волне перенос энергии осуществляется без вовлечения среды в поступательное движение, однако реализуется перенос массы, благодаря уровню нулевой энергии, под которым в области отрицательных энергий транспортируется по эстафете внесенная в вакуум материя, с периодическим выбросом в реальный мир ЭЧ.

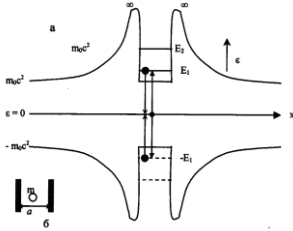
Из (1) для эстафетного шага ЭЧ получим:

$$\Delta = V \cdot \frac{h}{E_k} = \begin{cases} h/p \ll m_0 \\ 2h/p \approx m_0 \end{cases} \quad (2)$$

где V – эстафетная скорость ЭЧ. Формула (2) записана ещё в докладе [1], но без учёта спина. Для электронов и других частиц со спином

$S = 1/2$ каждому уровню энергии соответствует два состояния, поэтому эстафетный шаг должен быть меньше в два раза, приведенного в (2).

В этой связи рассмотрим электронно-вакуумный осциллятор в одномерной потенциальной яме с идеально отражающими стенками, установленными на расстояние $\Delta x = a$ друг от друга (рис. 1).



Коль скоро движение материи между стенками ямы носит финитный характер, и все циклы физически равнозначны, присутствие электрона в яме означает, что максимально возможный эстафетный шаг не может быть больше удвоенного расстояния между стенками потенциальной ямы

$$\Delta_{\max} = h / p_{\min} \leq 2a, \quad (3)$$

(так как за один цикл ЭЧ должна появиться из возбуждённого вакуума с положительной энергией хотя бы один раз). Поэтому первое, разрешенное принципом ДЭД, значение импульса

$$P_{\min} \approx \frac{h}{2 \cdot \Delta x} \quad (4)$$

В общем случае число эстафетных шагов на длине $2\Delta x$ должно быть целым, поэтому другие возможные значения импульса

$$P_N = N \cdot P_{\min} = N \cdot \frac{h}{2a}, \quad (5)$$

а кинетическая энергия

$$E_k = \frac{P_N^2}{2m} \approx \frac{h^2 \cdot N^2}{8ma^2} \quad (6)$$

Таким образом, два соседних состояния еще можно различать, если

$$\Delta P_x \cdot \Delta x \geq \frac{h}{2} \quad (7)$$

Однако в 6-мерном фазовом пространстве одному состоянию электронно-вакуумного осциллятора отводится ячейка объемом $\approx h^3$. Соотношение (7) – не что иное, как принцип неопределенности Гейзенберга в квантовой механике, где оно получено на основании иной парадигмы – корпускулярно-волнового дуализма [2]. В докладе [1] обе трактовки были объединены в одно, вытекающее из ДЭД следствие: если с некоторой ЭЧ связать систему отсчета, то все остальные принципиально не могут находиться в покое относительно неё. Действительно, при $\nu \rightarrow 0$, $\Delta \rightarrow \pm\infty$

невозможно регистрировать прибором ЭЧ или систему связанных ЭЧ (ядро, атом и т.п.).

Рассмотрим N одинаковых потенциальных ящиков на рис. 1 с ЭЧ в основном состоянии. В каждом из ящиков будет своя, неизвестная для нас эстафетная отметка для ЭЧ. Введем плотность вероятности $\rho_{\text{э}}(x)$ нахождения отметки по всему ансамблю N ящиков:

$$\rho_{\text{э}}(x) = \left(\frac{dP}{dx} \right)_{\text{э}} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{\Delta N}{N \cdot \Delta x} \quad (8)$$

где ΔN – число "ящиков", в которых эстафетные метки находятся в интервале Δx . Из соображений симметрии следует ожидать максимальной плотности отметок в центре ямы и равной нулю на её стенках. Такая ситуация аналогична распределению амплитуд в стоячей волне основного тона, когда расстояние между "узлами" равно половине длины волны двух встречных бегущих волн $\lambda/2$, только теперь роль λ выполняет эстафетный шаг Δ , т.к. вакуум и ЭЧ образуют единый осциллятор. Последнее вытекает также из принципа Гюйгенса-де-Бройля, введенного в докладе [1]: пространственное распределение эстафетных меток ЭЧ эквивалентно распределению амплитуд стоячих волн, если источники ЭЧ заменить на источники волн. Этот принцип следует из ДЭД. Поэтому свяжем плотность вероятности $\rho_{\text{э}}(x)$ с амплитудной частью стоячей волны, которую запишем в виде:

$$\psi_{\text{э}}(x, t) = \psi_{\text{э}}(x) \cdot e^{-i\omega t} = A_0 \cdot e^{i(kx - \omega t)} + A_0 \cdot e^{-i(kx + \omega t)} \quad (9)$$

где $\omega = 2\pi\nu = 2\pi E_{\kappa} / h = E_{\kappa} / \hbar$, $k = 2\pi / \Delta = P / \hbar$.

$\psi_{\text{э}}$ – амплитудная часть стоячей волны, которую назовем амплитудой вероятности эстафетных меток (или просто – эстафетно - волновой функцией). Временной множитель отображает частоту двухфазного осциллятора. Результатом сложения двух волн в (9) есть функция

$$\psi_{\text{э}}(x, t) = 2A_0 \cdot \cos kx \cdot e^{-i\omega t} \quad (10)$$

$$\text{отсюда } \psi_{\text{э}}(x) = 2A_0 \cdot \cos kx \quad (11)$$

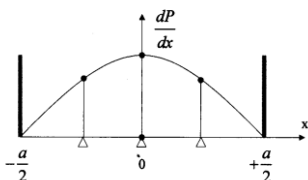
Но, поскольку плотность вероятности должна быть положительной величиной и пропорциональной интенсивности волны, целесообразно связать её с квадратом модуля амплитуды стоячей волны:

$$\frac{dP}{dx} = |\psi_{\text{э}}(x)|^2 \quad (12)$$

По форме соотношение (12) совпадает с трактовкой М. Борна [2], по которой частица-волна может находиться в любой области одного и того же потенциального "ящика" (атома или молекулы). Однако в динамике ДЭД ЭЧ периодически возникает из возбуждаемого вакуума в регулярных ячейках отдельного ящика; отсюда – разные подходы к понятию "стационарность" состояния.

Учитывая, что $\psi_{\frac{a}{2}} = 0$ (см. рис.2), легко получить:

$$E = \frac{2\pi^2 \cdot \hbar^2}{ma^2} \left(n + \frac{1}{2} \right) \quad (13)$$



Энергия "нулевых" колебаний осциллятора:

$$E_0 \approx \frac{\pi^2 \hbar^2}{2ma^2} \quad (14)$$

Амплитуда вероятности эстафетных отметок:

$$\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \cdot \cos \frac{2\pi \left(n + \frac{1}{2} \right)}{a} \cdot x \quad (15)$$

Из (9) и (10) легко проверить, что

$$\frac{d^2 \psi_n}{dx^2} + k^2 \psi_n = 0, \quad (16)$$

$$\text{где } k^2 = \frac{2m_0(\hbar c^2 - m_0^* \hbar^2)}{\hbar^2} = \frac{2m_0(E - U)}{\hbar^2}, \quad (17)$$

E – сумма потенциальной и кинетической энергий. Подставив (17) в (16) получим:

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \cdot \frac{d^2 \psi_n}{dx^2} + U \psi_n = E \psi_n \quad (18)$$

Это и есть уравнение для эстафетно-волновой функции в стационарном состоянии электронно-вакуумного осциллятора – аналог Уравнения Шредингера.

1. Ушаков В.В. Парадигма Планка в аспекте дискретно-эстафетного движения элементарных частиц. Доклады XXI международных чтений. Великие преобразователи естествознания: Макс Планк- Минск, 2006, . 223-226.
2. Дирак П.А.М. Принципы квантовой механики. – М.: Физматгиз, 1960.

ЛАЗЕРНЫЙ ФОРМИРОВАТЕЛЬ СВЕРХ КОРОТКИХ СВЕТОВЫХ ИМПУЛЬСОВ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст. О. И. Лосев

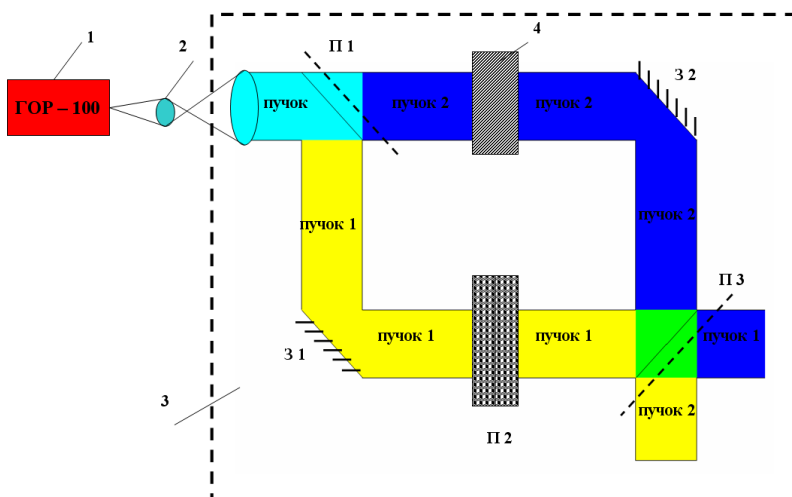
Рук. доц. Т.И. Храмова

С развитием электроники в направлении быстродействия узлов и систем, а также синхронизации систем СВЧ электроники короткого сантиметрового и миллиметрового диапазона волн возникает необходимость в получении сверх коротких импульсов пико- и даже фемто- диапазона волн.

Одним из направлений создания сверх коротких импульсов является использование лазера с модулированной добротностью, формирующего гигантские импульсы длительностью порядка 20 – 30 нс и использование модифицированного интерферометра Рождественского (Тендера-Маха), который обеспечивает формирование двух противофазных, задержанных между собой световых сигналов, интерферирующих на выходном полупрозрачном зеркале.

Схема устройства лазерного формирователя поясняющая данный принцип работы представлена на рисунке, где

Рисунок 1 Структурная схема лазерного формирователя сверх коротких импульсов



1 – твёрдотельный лазер ГОР-100 с модулированной добротностью (твёрдое тело алюмоиттриевый гранат);

2 – коллиматор;

3 – модифицированный интерферометр;

К – Компенсатор разности хода (регулирует задержку лучей);

П₁ и **П₃** – тонкие полупрозрачные пластинки;

П₂ – плоскопараллельная задерживающая и фазосдвигающая пластинка;

З₁ и **З₂** – глухие зеркала.

Сколлимированный световой поток полупрозрачным зеркалом **П₁** разделяется на два световых пучка немного отличной и интенсивности.

Первый световой пучок, отражаясь от зеркала **З₁** пройдя плоскопараллельную пластинку **П₂** попадает на полупрозрачную пластинку **П₃** в противофазе со вторым световым пучком, отраженным от зеркала **З₂**. В результате интерференции двух световых пучков появляется сверх короткий импульс.

В зависимости от временной задержки первого светового пучка можно получить различные последовательности импульсов.

Полученные импульсы можно использовать для синхронизации телекоммуникационных систем.

Применение с модифицированным интерферометром лазеров с синхронизацией продольных мод дает возможность получать сверх короткие импульсы даже фемто- диапазона волн.

Литература:

1. Байборodin Ю. В. Основы лазерной техники. – 2- изд., перераб. и доп. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1988. – 383 с.
2. Лазеры: Устройство и действие: Учеб. Пособие / А. С. Борейшо; Мех. Ин-т. СПб. 1992. – 215 с.
3. Звелто О. Принципы лазеров: Пер. с англ. – 3-е перераб. и доп. изд. – М.: Мир, 1990. – 560 с., ил.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АКУСТИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРО- МАГНИТНЫХ ВОЛН В ПЬЕЗОКРИСТАЛЛАХ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст. С.В. Крячко
Рук. проф. А.А. Булгаков*

Распространение упругих волн в анизотропной среде, т. е. в кристаллах, подчиняется более сложным закономерностям, чем распространение волн в изотропном теле. Для исследования таких волн надо обратиться к

общим уравнениям движения $\rho \frac{\partial^2 u_i}{\partial t^2} = \frac{\partial \sigma_{ik}}{\partial x_k}$ (1), где u_i – тензор деформации, σ_{ik} – тензор напряжений; и воспользоваться для σ_{ik} общим выражением $\sigma_{ik} = \lambda_{iklm} u_{lm}$ (2), под λ_{iklm} надо подразумевать адиабатические значения модулей упругости. Подставляя σ_{ik} в уравнения движения, получаем $\rho \frac{\partial^2 u_i}{\partial t^2} = \lambda_{iklm} \frac{\partial^2 u_m}{\partial x_l \partial x_k}$ (3). Рассмотрим монохроматическую упругую волну в кристалле. Для этого мы должны искать решение уравнений движения в виде, $u_i = u_{0i} e^{i(kr - \omega t)}$ (4), где (u_{0i}) – постоянные). Дифференцирование u_i по времени приводит к умножению на $-i\omega$ а дифференцирование по x_k — к умножению на ik_k . Поэтому уравнение (3) после подстановки превращается $\rho \omega^2 u_i = \lambda_{iklm} k_k k_l u_m$ (5). Написав $u_i = \delta_{im} u_m$, переписываем это равенство в виде $(\rho \omega^2 \delta_{im} - \lambda_{iklm} k_k k_l) u_m = 0$ (6). Это система трех однородных уравнений первой степени относительно неизвестных u_x, u_y, u_z . Такая система имеет отличные от нуля решения лишь при условии равенства нулю определителя коэффициентов уравнений $|\lambda_{iklm} k_k k_l - \rho \omega^2 \delta_{im}| = 0$ (7). Об этой зависимости говорят как о законе дисперсии волн, а определяющее его уравнение называют дисперсионным.

Перейдём к обсуждению простых примеров, позволяющих яснее представить себе характер акустоэлектромагнитных волн в пьезокристаллах. Пусть в плоскости XY кристалла, принадлежащего классу 6mm, распространяется поперечная (сдвиговая) упругая волна, поляризованная вдоль оси симметрии: $u = \{0, 0, u(x, y, t)\}$. Отличные от нуля компоненты тензора деформаций u_{ik} и тензора напряжений σ_{ik} равны $u_{zx} = u_{xz} = \frac{1}{2} \frac{\partial u}{\partial x}, u_{yz} = u_{zy} = \frac{1}{2} \frac{\partial u}{\partial y}$ (8). Упругие и электромагнитные колебания

$$\text{разделяются } \rho_0 \frac{\partial^2 u_i}{\partial t^2} = c'_{44} \left(\frac{\partial^2 u_i}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_i}{\partial y^2} \right),$$

$c'_{44} = c_{44} \left(1 + \frac{4\pi e_{15}^2}{\varepsilon c_{44}} \right)$, где e – тензор пьезомодулей, c – модуль упругости. Подставив в (9) решение вида (4), находим закон дисперсии $\omega = kv, v = s_0 (1 + \chi_1^2)^{\frac{1}{2}}, s_0 = (c_{44}/\rho_0)^{\frac{1}{2}}, \chi_1^2 = \frac{4\pi e_{15}^2}{\varepsilon c_{44}}$ (10), где s_0 – скорость волн в отсутствии пьезоэффекта.

Литература:

1. Балакирев М.К., Гишинский И. А. Волны в пьезокристаллах. – Новосибирск: Наука, 1982.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория упругости. - М.: Физматиз, 1987.

ВЛИЯНИЕ ПРЕССОВАНИЯ НА ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЛАВОВ ВИСМУТ -СУРЬМА

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст. И.В.Таран

Рук.: проф. Е.И. Рогачева, м.н.с. А.А. Дроздова

Твердые растворы, образуемые полуметаллами Bi и Sb, используются в настоящее время в качестве материалов для каскадного термоэлектрического охлаждения в области температур ниже 200 К, изучения СВЧ-свойств плазмы твердого тела при гелиевых температурах, детектирования теплового излучения, усиления ультразвука и т.д. [1].

В большинстве работ по изучению термоэлектрических свойств твердых растворов Bi-Sb исследования проводились на монокристаллах. Однако более сложная технология их приготовления, высокая стоимость и низкая механическая прочность по сравнению с поликристаллами, существенно затрудняют использование этих материалов в качестве электронных ветвей термоэлементов и привлекают внимание к исследованию термоэлектрических свойств твердых растворов Bi-Sb в поликристаллическом состоянии.

Цель настоящей работы - сравнение значений коэффициента Зеебека S литых и прессованных поликристаллических твердых растворов Bi-Sb различного состава.

Объекты исследования – литые и прессованные образцы твердых растворов Bi-Sb в интервале концентраций (0 - 10) ат. % Sb.

Литые образцы были получены путем сплавления исходных компонентов высокой степени чистоты (не менее 99.999 % основного компонента) в эвакуированных кварцевых ампулах, которые после синтеза охлаждались на воздухе и затем подвергались гомогенизирующему отжигу в течение 1200 часов при температуре (520 ± 5) К

Прессованные образцы в форме параллелепипедов были получены путем прессования при комнатной температуре под давлением 4 т/см^2 порошков, полученных путем размельчения образцов в агатовой ступке и просеивания через сито для получения размера частиц ~ 40 микрон. Отжиг прессованных образцов не проводился. Коэффициент Зеебека изме-

рялся компенсационным методом относительно медных электродов при комнатной температуре.

Для каждого образца было получено не менее 10 значений S в различных точках образца. Статистическая обработка результатов измерений показала, что относительная среднеквадратичная флуктуация не превышает 2-3 %, что свидетельствовало о гомогенности как литых, так и прессованных образцов.

Анализ полученных результатов показал, что как в случае литых, так и в случае прессованных образцов с ростом содержания сурьмы в твердом растворе коэффициент Зеебека увеличивается, что связано с переходом из полуметаллического в полупроводниковое состояние.

Характерной особенностью наблюдаемых зависимостей S от состава литых образцов является наличие отчетливо выраженных экстремумов (минимумов) при ~ 1 и ~ 2 ат.% Sb.

О наличии особенностей на концентрационных зависимостях S вблизи указанных составов ранее сообщалось в работе [2] по исследованию литых поликристаллов Bi-Sb, подвергнутых менее длительному отжигу при 520 К - в течение 200 часов. Более длительный отжиг (1200 часов), проведенный в настоящей работе, привел к некоторому снижению значений S , не повлияв на факт наличия концентрационных аномалий коэффициента Зеебека и их положение.

Измерение коэффициента Зеебека прессованных неотожженных образцов показало, что значения S и характер зависимостей S от состава качественно практически не изменились при переходе от литых образцов к прессованным., хотя экстремумы на зависимостях S – состав были выражены менее отчетливо.

Литература

1. CRC Handbook of Thermoelectrics. Ed. Rowe D.M. - CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington, D.C., 1995. - 701 p.
2. Rogacheva E.I., Yakovleva A.A., Pinegin V.I., Dresselhaus M.S., J. Phys. Chem. of Solids. – 2008. – V.69, №2-3.–P. 580 – 584.

ЯВЛЕНИЕ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ В АСПЕКТЕ ДИСКРЕТНО - ЭСТАФЕТНОГО ПРИНЦИПА ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

*Национальный технический университет
"Харьковский политехнический институт"*

*Ст.: Ю.Ю. Горобец, А.А. Таран
Рук. доц. В.В. Ушаков*

Рассмотрим данный вопрос на мысленном двухщелевом интерферометре в варианте Юнга (рис. 1).

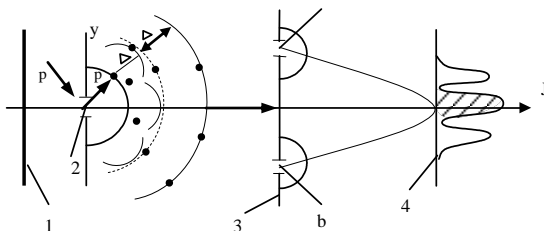


Рис. 1

Частицы (электроны, фотоны и др.) порождаются атомами в протяженном источнике 1. Отверстие 2 в непрозрачном экране, которое в опыте Юнга обеспечило пространственную когерентность на щелях a и b диафрагмы 3, служит «точечным» источником частиц (для определенности - фотонов).

Логические трудности, возникающие при объяснении интерференционной картины на экране 4 в рамках корпускулярных представлений широко известны [2]. Остановимся только на их истоках.

А priori считается, что движение материальных объектов происходит в пустом пространстве и носит перманентный характер. Конкретно, по рис. 1, это означает, что ЭЧ, появившаяся из источника 1 сможет пройти через ряд диафрагм, одну из щелей и оказаться на экране 4. Принцип эстафетного движения [1] полностью отрицает такую возможность: частицы, возникающие из возбужденного вакуума вблизи экрана 4 не «помнят» о их «пращурах» на источнике 1. Кроме того, обладая импульсом и энерги-

ей на каждой эстафетной отметке (и эстафетной скоростью, равной скорости света), фотоны фактически не движутся в реальном мире (т. е. выше уровня $\varepsilon = 0$) однако способны индуцировать фото- и комптон-эффект. В этой связи утрачивает смысл выражение «Каждый фотон проходит через одну из щелей», и вот почему.

В динамике ДЭД вакуум и частица взаимосвязаны и образуют своеобразный осциллятор, в котором можно выделить две фазы относительно уровня $\varepsilon = 0$ («Квантование двухфазного осциллятора в динамике дискретно – эстафетного движения»):

- 1) вакуум в невозбужденном состоянии, частица с положительной энергией $+mc^2$ – (положительная фаза);
- 2) Частица исчезла в вакууме, вакуум принял энергию, импульс и заряд частицы, его уровень энергии $\varepsilon = - mc^2$ возбужден до $\varepsilon = 0$ – (отрицательная фаза).

Различие с обычным осциллятором в том, что переход из отрицательной фазы в положительную совершается скачком, в конце эстафетного шага, при этом вакуум переходит в нормальное состояние, возвращая в реальный мир квант-частицу.

Усматривается некоторое сходство в динамике ДЭД и волновых процессов. Сходство с волной состоит в том, что перенос энергии осуществляется без вовлечения среды в поступательное движение. Тем не менее, (и в этом различие с упругими волнами) существует перенос массы, например, – электронов из источника 1 на анод 4, благодаря уровню $\varepsilon=0$, который выполняет роль «ковра», под которым в области отрицательных энергий транспортируется по эстафете внесенная в вакуум материя, с периодическим выбросом в реальный мир квантов – частиц.

Вследствие принципа неопределенности [1], отверстие 2 является точечным источником частиц, и в то же время – осциллятором корпускула-вакуум (КВ). Это означает, что следующая частица, принявшая эстафету, должна появиться равновероятно на полусфере радиусом Δ . Энергия корпускулы сохраняется, но изменение ее импульса принимают на себя пластина с диафрагмой 2 и вакуум (поэтому принцип Гейзенберга не противоречит закону сохранения импульса).

Частица на первом эстафетном фронте имеет определенные координаты. Следующая за ней эстафетная метка должна появиться на полусфере радиусом Δ (см. рис. 1). Для построения второго эстафетного фронта, (т. е. геометрического места точек максимальной вероятности появления частиц) проведем огибающую полусфер, построенных на первом фронте, и т. д. – вплоть до щелей a и b . Как видно, расстояния между смежными эстафетными фронтами равны Δ , независимо от временного интервала, с которым вводятся частицы в отверстие 2. Теперь заметим,

что эстафетные фронты соответствуют волновым поверхностям максимальной интенсивности в фиксированный момент времени, если заменить источник частиц на источник волн с длиной волны $\lambda = \Delta$. По-видимому, этот принцип впервые проявился в опытах Девиссона-Джермера [2].

Перейдем теперь к щелям a и b , элементы которых являются также точечными источниками частиц, и в то же время – осцилляторами К-В. Эти источники статистически когерентны в том смысле, что образованы из единого монохроматического источника 2, и поэтому эстафетный фронт на них одинаков и неподвижен. Распространяя вышеуказанный принцип на два источника a - b , сформулируем обобщенный принцип Гюйгенса - де Бройля: пространственное распределение эстафетных меток от статистически когерентных источников частиц адекватно распределению интенсивности интерферирующих волн, если источники частиц заменить на источники волн. Конкретно, по рис. 1 это означает, что эстафетные фотоны появляются, в основном, вблизи цилиндрических гиперboloидов (рис.2), независимо от темпа их поступления в устройство. На экране 4 проявляются светлые и темные полосы.

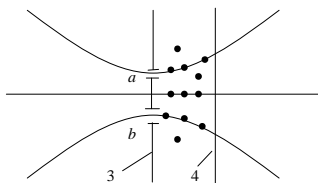


Рис. 2

Резюмируя, можно сказать, что на прохождение эстафетных волн влияет материя в обоих щелях и между ними. При отсутствии вакуума, картина на экране была бы эквивалентной наложению двух картин рассеяния частиц на независимых щелях.

Литература:

1. Ушаков В.В. Парадигма Планка в аспекте дискретно-эстафетного движения элементарных частиц. Доклады XXI международных чтений. Великие преобразователи естествознания: Макс Планк-Минск, 2006, . 223-226.
2. Савельев Н.В. Курс общей физики, Т.3 – М: Наука, 1979.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ПРЕЗЕНТАЦИИ ДЛЯ ЛЕКЦИЙ ПО КУРСУ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ В PDF-ФОРМАТЕ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст.: Н.В. Захарова, В.Г. Зажарская

Рук. доц. Ю.Г. Окладной

В последнее время в научной работе и учебном процессе всё более широкое применение находят мультимедийные средства, основанные на современных цифровых технологиях. Потенциально компьютерные презентации для мультимедийного проектора позволяют преподавателю полностью отказаться от использования в работе таких традиционных средств, как мел и доска. Однако для этого презентации такого рода должны отвечать ряду методических требований:

- надписи на каждом слайде должны быть выполнены крупным шрифтом;
- рисунки должны быть крупными, чёткими, без лишних деталей;
- слайд должен содержать расшифровку используемых в формулах буквенных обозначений и условных обозначений на рисунках, графиках;
- слайд должен содержать в сжатом виде информацию о формулах и рисунках, которые были представлены на предшествующих слайдах;
- переход от одного слайда к другому должен занимать считанные секунды, не вызывая затруднений в работе компьютера.

Этим методическим требованиям вполне отвечают презентации в формате PDF. Один файл данного формата может содержать десятки слайдов, при работе в полноэкранном режиме переход к очередному слайду осуществляется нажатием одной клавиши, аналогично осуществляется и возврат к предшествующему слайду.

На рис. 1 приведено изображение типичного слайда для лекционной презентации по курсу общей физики. Площадь слайда разбита на несколько зон, предназначенных для представления разноплановой информации. По центру сверху находится текущее изображение, которое может представлять собой 1-2 сложных формулы, 3-4 простых формулы, график или рисунок. Площадь текущего изображения занимает 1/4 площади слайда. Слева расположена полоса, которую занимают предшествующие изображения, их формат по сравнению с форматом текущего изображения уменьшен вдвое, поскольку их задача заключается в том, чтобы помочь слушателям сориентироваться в предшествующем материале, все

записи они должны были сделать в конспекте при демонстрации соответствующего изображения. В нижней части слайда справа даётся расшифровка обозначений. Справа сверху можно расположить схему, поясняющую подстановки выражений для физических величин, которые производятся при выводе той или иной формулы. Стрелки указывают направление перемещений предшествующих изображений и обозначений физических величин по мере увеличения номера слайда.



Рис 1. Изображение типичного слайда для лекционной презентации по курсу общей физики с пояснениями.

При создании презентации такого типа чрезвычайно удобно использовать редактор вёрстки Adobe Page Maker. Монтаж формул с помощью этой программы является более трудоёмким, чем при помощи обычного формульного редактора, зато даёт больше свободы в выборе шрифтов и их параметров. В большинстве случаев не вызывает затруднений создание при помощи этой же программы той или иной схемы, рисунка.

После того, как текущее изображение готово, оно при помощи программы Adobe Acrobat Distiller переводится в формат PDF, а оттуда при помощи редактора изображений Adobe Photoshop переводится в «твёрдый» формат TIFF.

1.Д. Мак-Клелланд и Г.Груман. Page Maker 5 for Windows для «чайников». - Киев: Диалектика, 1995. - 334 с.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА

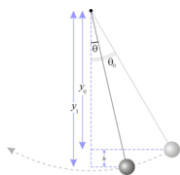
*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст. А.П. Попенко

Рук. доц. И.В. Синельник

Постановка задачи. Установившиеся вынужденные колебания в линейных механических системах изучены достаточно подробно. Исследованию процесса установления колебаний под действием внешней вынуждающей силы уделено значительно меньше внимания, а его графическое представление не всегда корректно даже в некоторых учебных пособиях по физике. Известные свойства нелинейных систем позволяют предположить, что вынужденные колебания в них будут иметь качественные особенности по сравнению с линейными системами, поэтому представляет интерес рассмотрение вынужденных колебаний в нелинейных системах, и в особенности интересен переходный процесс к установившемуся режиму таких колебаний.

Физическая модель. В качестве нелинейной системы был выбран математический маятник. Математический маятник – механическая система, состоящая из материальной точки, подвешенной на невесомой нерастяжимой нити (рис. 1) или на невесомом стержне в поле силы тяжести. Длина нити – l , масса материальной точки – m , положение материальной точки в данный момент времени задает угол, образуемый нитью с вертикалью – θ . Маятник совершает колебания под действием внешней вынуждающей силы, изменяющейся по гармоническому закону



$$F = F_0 \sin \Omega t \quad (1)$$

Математическая модель. Колебания математического маятника описываются обыкновенным дифференциальным уравнением вида

$$\ddot{\theta} + 2\beta\dot{\theta} + \omega_0^2 \sin \theta = (F_0/ml) \sin \Omega t \quad (2)$$

где ω_0 – собственная частота маятника, функция $\theta(t)$ – это угол отклонения маятника в момент t , выраженный в радианах; β – коэффициент затухания.

Алгоритм. Уравнение решалось численно по алгоритму Эйлера, который может быть представлен следующими рекуррентными формулами:

$$\begin{aligned}\theta_{n+1} &= \theta_n + \dot{\theta}_n \Delta t \\ \dot{\theta}_{n+1} &= \dot{\theta}_n + \ddot{\theta}_n \Delta t \\ \ddot{\theta}_n &= (F_0/ml)\sin\Omega t - 2\beta\dot{\theta}_n - \omega_0^2\sin\theta_n\end{aligned}\quad (3),$$

где : θ – угол отклонения маятника; $\dot{\theta}$ – угловая скорость маятника; $\ddot{\theta}$ – угловое ускорение маятника.

Программа. Для реализации численного метода и визуализации результатов была разработана специальная программа. Для моделирования вы-

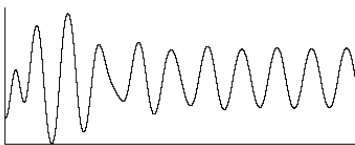


Рисунок 2 – График колебаний и фазовая траектория при установлении вынужденных колебаний в линейной системе.

нужденных колебаний пользователь задает: начальную амплитуду свободных колебаний, собственную частоту, коэффициент затухания, частоту и амплитуду внешней вынуждающей силы. По результатам расчета программа строит и отображает график колебаний (зависимость угла отклонения от времени) и

фазовый портрет маятника (рис. 2)

Результаты. Были выполнены расчеты для линейной и нелинейной систем. При малых значениях внешней вынуждающей силы характер переходного процесса качественно совпадает, а больших значениях амплитуды внешней вынуждающей силы для нелинейной системы установившийся режим колебаний может иметь более сложный характер (рис.3), усложняющийся по мере изменения параметров внешней вынуждающей силы.

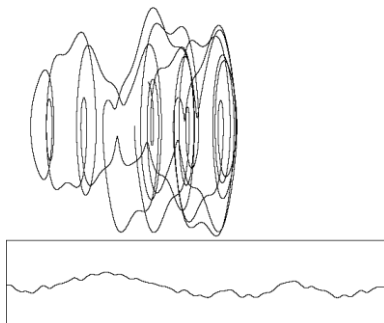
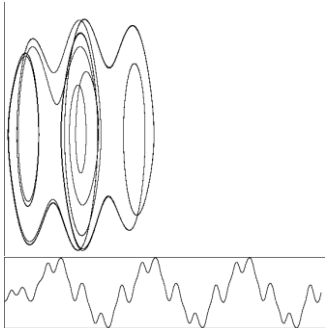


Рисунок 3 – Зависимость характера переходного процесса от параметров вынуждающей силы.

КОМПЬЮТЕРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПЕРКОЛЯЦИОННОЙ МОДЕЛИ ОБРАЗОВАНИЯ СПИРАЛЬНЫХ ГАЛАКТИК

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст.: Д. Потапенко, А. Манченко

Рук.. доц. И.В. Синельник

Галактиками называют гравитационно связанные звездные системы, содержащие миллиарды звезд. Наше Солнце входит в одну из таких систем - Галактику. Звезды Галактики образуют плоский диск. Солнечная система находится на краю диска. Земной наблюдатель видит диск "с ребра", и огромное количество удаленных звезд сливается для него в одну светящуюся полосу, которая видна на ночном небе как Млечный Путь. Отсюда и название "галактика": galactikos - молочный, млечный.

Спиральные галактики являются сплюснутыми звездными системами с центральным почти сферическим ядром, имеют две или более, часто клочковатых спиральных ветвей. В спиральных ветвях галактик сосредоточены их самые яркие и молодые звезды, светящиеся туманности (области ионизованного водорода), молодые скопления и ассоциации звезд. Именно поэтому спиральный узор отчетливо виден в очень удаленных галактиках, хотя на долю спиральных ветвей приходится не более нескольких процентов полной массы каждой галактики. Основная масса звезд S-галактик образует "сплошной" диск. В состав галактического ядра входят звезды и газ. В ядре заключена примерно сотая доля всей массы галактики. У некоторых галактик основное энерговыделение происходит в ядрах.

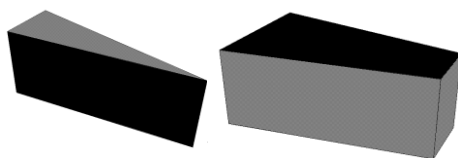
Распространяющееся формирование звезд позволяет использовать для изучения процессов образования спиральных галактик модель перколяции. Именно такой подход был предложен Шульманом и Сейденом [1].

В настоящей работе рассмотрена трехмерная модель возникновения спиральной галактики: сферическая область была разбита на полые сферы. Каждая из таких полых сфер разбивается на кольца. Кольца разбиваются на сектора, внешний вид которых представляет собой пирамиду.

Таким образом – сектора одного и того же кольца находятся в одной плоскости. Каждое кольцо, каждой полый сферы вращается с одинаковой линейной скоростью, но угловая скорость определяется в зависимости от степени удаления от центра галактики. Время формирования галактики было разбито на промежутки (временные шаги). В каждый из таких промежутков происходит образование новых звезд, при наличии необходимых условий, и закручивание галактики – поворот отдельных колец на

углы, определяемые угловой скоростью движения и длительностью временного шага. Совокупность случайных факторов, влияющих на возможность образования новых звезд, – состав и плотность молекулярного газа, необходимые температура и давление – характеризуются обобщенным параметром – вероятностью того, в данном секторе возникнет сверхновая, если на предыдущем временном шаге в соседнем секторе образовалась звезда. В начальный момент времени в области образования спиральной галактики случайным образом возникает заданное количество сверхновых, каждая из которых в течение следующего временного шага (причем только одного временного шага) может стать причиной возникновения сверхновых в соседних областях галактики – секторах, имеющих общую границу с сектором, в котором есть сверхновая. Вновь образованные звезды, в свою очередь, могут стать причиной возникновения других звезд на следующем временном шаге.

Особенностью компьютерной реализации модели стало использование объектно-ориентированного подхода с применением современных средств представления информации – трехмерной визуализации объектов.



При разработке программы был создан специальный объект, описывающий отдельный сектор, атрибутами которого является множество характеристик, в частности, возникла

ли в данном секторе звезда и если да,

Рисунок 1 – Визуальные элементы

то имеет ли она право на создание новых звезд (рис. 1). Преимуществом такого подхода является то, что задаются «правила поведения», а отслеживается текущее состояние и изменения, происходящие в каждом секторе.

Полученные в результате моделирования изображения качественно отображают основные наблюдаемые свойства геометрии спиральных галактик.

Литература.

1. L.S.Schulman, P.E.Seiden. Percolation and Galaxies. Science, **233**, 425 (1986).
2. Х.Гулд, Я.Тобочник. Компьютерное моделирование в физике. Ч.2. – М., Мир. – 1990.
3. <http://www.astrolab.ru/cgi-bin/manager2.cgi?id=17&num=148&x=9&y=13> Данные о космических телах и понятиях.
4. <http://www.astrolab.ru/cgi-bin/gallery.cgi> -- Фото космических тел.

ЛУЧИСТОЕ ОТОПЛЕНИЕ ВЧЕРА И СЕГОДНЯ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст. М.Н. Гришко

Рук. доц. Ю.Г. Окладной

Лучистое отопление - это вид отопления, при котором большая часть тепла в помещении передаётся излучением и частично конвекцией.

Это древнейший способ отопления, который знали люди, заимствовали они его у солнца, прогревающего своими лучами поверхность земли, от которой нагревается земная атмосфера. То же самое происходит с любым нагретым телом. Чем сильнее нагрет предмет, тем сильнее от него исходит тепло, т.е. инфракрасные лучи. Эти лучи имеют одну замечательную особенность - они могут беспрепятственно проходить сквозь воздух и, только достигнув поверхности твердого тела, вызывать его нагрев.

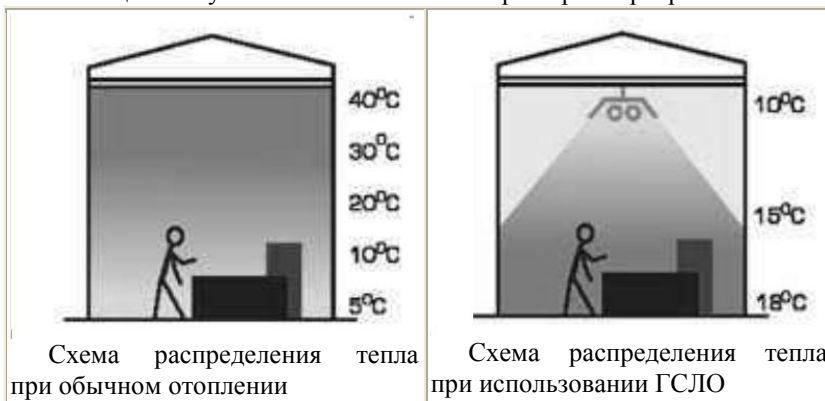
Первые отопительные приборы, основанные на инфракрасном излучении, были очень громоздки. Одним из них является обычная русская печь. Известно, что печи инфракрасного типа очень экономичны и мало потребляют дров. В первой половине 20 в. получили распространение отопительные системы с трубами, заделанными в потолок или стенах (панельное отопление).

Отопление промышленных цехов и других высоких помещений традиционными методами является очень сложным и неэффективным. Нагретый воздух поднимается вверх. Нижняя рабочая зона, где находятся люди, нагревается меньше. Нагрев большого объема воздуха в помещении традиционным способом (например, тепловоздушной системой отопления) является не только медленным, но и прежде всего неэкономичным.

Характерный признак современных систем лучистого отопления - размещение отопительных приборов под потолком или в потолке помещения. При этом поток лучистого тепла от отопительных приборов распространяется вниз. Он воспринимается ограждающими конструкциями (в частности, полом). Люди, находящиеся в помещении, также воспринимают лучистое тепло.

В последнее время находят всё более широкое применение газовые системы лучистого отопления. Они предназначены для отопления производственных и складских помещений, объектов агропромышленного комплекса, спортивных, выставочных, торговых помещений высотой бо-

лее 3,5 м. Теплый воздух не поднимается вверх, образуя тепловую подушку под потолком, что значительно снижает перепад температуры по высоте помещения и уменьшает тепловые потери через перекрытия.



Газовая система лучистого отопления не требует теплотрасс, радиаторов отопления, нет проблем размораживания, не требует дополнительных площадей, обеспечивает возможность зонального отопления и отопления по сменам, быстро прогревает помещение и поддерживает оптимальную температуру в зоне пребывания людей, обеспечивает возможность снижения температуры в помещении без потери ощущения комфорта

Находят применение также электрические инфракрасные потолочные обогреватели. Они могут применяться для отопления абсолютно любых помещений, начиная от дачного домика, балкона, коттеджа и заканчивая ангарами, цехами и даже открытыми площадками.

Инфракрасное отопление на сегодняшний день признано во всем мире как самое передовое и абсолютно безвредное для здоровья, так как отсутствуют все недостатки систем конвективного отопления, к которым относятся масляные радиаторы, электроконвекторы, батареи центрального отопления и т.д. А недостатков много: это и циркулирующая вместе с воздушными потоками пыль, и пересушка воздуха вследствие протекания воздуха через нагретые элементы обогревателя, а грели эти приборы воздух, который стремился уйти вверх.

Литература

1. Лучистое отопление. Большая советская энциклопедия. – М.: 1954. -- т.25, с. 487.
2. Газовые системы лучистого отопления – www.kpsk.ru.
3. Инфракрасное отопление ЭкоЛайн. – vam-teplo.ru

ЕКАТЕРИНА ЮЩЕНКО - ОСНОВАТЕЛЬ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст. Д.В. Тыжненко

Рук.: ст. пр. Т.В. Свитенко - Краснокутская



Екатерина Ющенко

Ускоряющиеся темпы развития компьютерных технологий вызывают повышенный интерес к изучению истории создания программного обеспечения и использовании компьютера для решения практических задач. Данная работа рассматривает вклад в развитие программирования украинского математика с мировым именем Екатерины Логвиновны Ющенко (1919-2001). Именно она написала первые программы для первой европейской ЭВМ, созданной в 1948-1951 годах Сергеем Алексеевичем Лебедевым в Киеве. Учённые считают Екатерину Ющенко второй леди Лавлейс (1815-1852), признанной первым программистом мира, которая родилась 10

декабря 1815 г. в Лондоне. Дочь поэта лорда Байрона. Именно она написала первую в истории компьютерную программу. Ее увлечением была

математика, а девиз в жизни: «Вы получаете от людей больше, если им противоречите», она и предсказала появление современных компьютеров как многофункциональных машин не только для вычислений, но и для работы с графикой, звуком. В середине 70-х гг. прошлого столетия министерство обороны США (одиозный Пентагон) официально утвердило название единого языка программирования американских вооруженных сил. Язык носит название Ada.

С недавнего времени у программистов всего мира появился свой профессиональный праздник. Он называется — «День программиста» —

и празднуется 10 декабря, в день ее рождения. Ада Августа Лавлейс умерла 27 ноября 1852 г. в Лондоне.

Обе женщины замечательны тем, что посвятили жизнь одному делу – созданию программного обеспечения для цифровых вычислительных машин.

История появления школы теоретического программирования, основоположником, которой считается Екатерина Ющенко, в Украине начинается с работ по эксплуатации первого отечественного компьютера МЭСМ в 1954г. Ограниченность внутренней памяти МЭСМ (100 ячеек оперативной и 64 ячейки односторонней сменно-наборной; разрядность каждой ячейки составила 21 бит) и ее слабое быстродействие (100опираций/сек), неустойчивость работы, вызванная большим количеством электронных ламп (до 6000) вынуждали составителей программ изыскивать изощренные способы использования внутреннего языка компьютера. Составление каждой программы рассматривалось История появления школы теоретического программирования, основоположником, которой считается Екатерина Ющенко, в Украине начинается с работ по эксплуатации первого отечественного компьютера МЭСМ в 1954г. Ограниченность внутренней памяти МЭСМ (100 ячеек оперативной и 64 ячейки односторонней сменно-наборной; разрядность каждой ячейки составила 21 бит) и ее слабое быстродействие (100опираций/сек), неустойчивость работы, вызванная большим количеством электронных ламп (до 6000) вынуждали составителей программ изыскивать изощренные способы использования внутреннего языка компьютера. Составление каждой программы рассматривалось История появления школы теоретического программирования, основоположником, которой считается Екатерина Ющенко, в Украине начинается с работ по эксплуатации первого отечественного компьютера МЭСМ в 1954г. Ограниченность внутренней памяти МЭСМ (100 ячеек оперативной и 64 ячейки односторонней сменно-наборной; разрядность каждой ячейки составила 21 бит) и ее слабое быстродействие (100опираций/сек), неустойчивость работы, вызванная большим количеством электронных ламп (до 6000) вынуждали составителей программ изыскивать изощренные способы использования внутреннего языка компьютера.

неустойчивость работы, вызванная большим количеством электронных ламп (до 6000) вынуждали составителей программ изыскивать изощренные способы использования внутреннего языка компьютера. Составление каждой программы рассматривалось как решение индивидуальной задачи. Программисты искали экономные решения, искусно используя те или иные особенности системы команд компьютера. В число задач, История появления школы



Ада Лавлейс

теоретического программирования, основоположником, которой считается Екатерина Ющенко, в Украине начинается с работ по эксплуатации первого отечественного компьютера МЭСМ в 1954г. Ограниченность внутренней памяти МЭСМ (100 ячеек оперативной и 64 ячейки односторонней сменно-наборной; разрядность каждой ячейки составила 21 бит) и ее слабое быстродействие (100 операций/сек), программы, решения которых составили математическое обеспечение первого отечественного компьютера, исполнителем которого являлась Е.Л. Ющенко с коллегами, вошли:

- составление таблиц для

статического приемочного контроля;

- определение областей устойчивости электроэнергосистем, в частности, Куйбышевской ГЭС;

- расчёт тепловых напряжений строительных конструкций;

- обработка геодезических наблюдений;

- оценка объемов земляных работ при проектировании автодорог.

Для решения более сложных задач выяснилось, написание просто машинных программ неэффективно. Возникла проблема создания языка программирования «высокого уровня» и соответствующего транслятора для лучшего общения человека с компьютером. Главным результатом этих работ явилось создание в 1955г. В.С. Королюком и Е.Л. Ющенко адресного программирования, на языковой основе воплотившего два общих принципа работы компьютера – адресности и программного управления. Создавая удобную систему понятий для описания архитектуры компьютера и его системы команд, авторы ввели в Адресный язык средства манипулирования адресами второго ранга. Именно создание Адресного языка – первое фундаментальное достижение научной школы теоретического программирования. Его использовали на всех отечественных компьютерах первого поколения «Днепр», «Киев», М20, «Урал», «Минск». Учебники по Адресному языку были изданы на немецком, французском, словацком и венгерском языках. Это фундаментальное достижение нашей научной школы теоретического программирования опе-

редило создание массовых языков программирования Фортран (1957), Кобол (1958), и Алгол (1960).

Екатерина Ющенко (Рвачева) родилась в Чигирине, бывшей столице запорожских казаков, 8 декабря 1919г. Ее отец, Логвин Федорович, выходец из Подмосковья, в Украину попал после трехгодичной ссылки в Астрахань за революционную деятельность. Так как ему было запрещено жить в центральной России, он поселился в Овруче. Женился не дочери лесника, самоучке – по учебнику арифметики выучилась читать, позднее экстерном сдала экзамены за гимназию. Сам Логвин Рвачов, уже работая учителем истории и географии в Чигирине, заочно закончил исторический факультет Киевского университета. Детей в семье было пятеро – трое сыновей и две дочери. Катя была предпоследним ребёнком. Когда Е.Л. Ющенко в 1937г. Училась на первом курсе физико-математического факультета Киевского университета, отца арестовали как украинского националиста. За это Екатерина была отчислена. Ее мать так же репрессировали. В связи с этим

Е.Л. Ющенко в 1942г. Окончила Среднеазиатский университет в Ташкенте. После окончания учёбы, по призыву комсомола работала заправщиком – взрывником в шахтах, Ангренского угольного комбината. По направлению 1943 – 1944 учебный год работала в Ташкенте преподавателем математики и физики в средней школе. После освобождения Украины семья Рвачёвых вернулась на родину, и Е.Л. Ющенко работала сельской учительницей, причём вела не только математику, физику, черчение, но даже украинскую литературу. Затем по приглашению старшего брата, учителя физики, переехала в Стрый, где отработала год в школе. Узнав, что во Львове открылся филиал Института математики НАН Украины, поехала туда и предложил работу в его отделе, в котором Екатерина занималась специальными вопросами теории вероятности. Следует отметить, что Е.Л. Ющенко были получены оригинальные результаты по многомерным результатам устойчивым законам распределения, важным для развития квантовой механики. В 1950 году успешно защитила кандидатскую диссертацию. В 1950 году отдел Б.В. Гниденко перевели в Киевский институт математики, куда переехала Екатерина Ющенко в качестве руководителя новосозданной вычислительной лаборатории. Затем компьютерная тематика перешла из института математики в Институт кибернетики, который возглавлял Василий Михайлович Глушков. Екатерина Логвиновна проработала в этом институте сорок лет, стала членком украинской Академии наук, дважды удостоена Госпремии Украины, премии имени академика Глушкова. Умерла Е.Л. Ющенко в 2001 году. Созданная ею научная школа теоретического программирования признана не только в странах СНГ, но и во всем мире.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ УСИЛИТЕЛЬНОГО КАСКАДА НА АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНУЮ ХАРАКТЕРИСТИКУ

*Национальный технический университет
"Харьковский политехнический институт"*

Ст. Е.И.Кабыченко

Рук.: доц. Ю.И.Подъячий, асс. Г.Ю.Подъячий

Важнейшим показателем линейных усилителей является амплитудно-частотная характеристика (АЧХ), отражающая зависимость модуля коэффициента усиления по напряжению от частоты синусоидального сигнала. Наиболее часто для усиления напряжения радиосигналов в диапазоне частот от нескольких десятков герц до нескольких сотен килогерц используется усилительный каскад с общим эмиттером (ОЭ), принципиальная

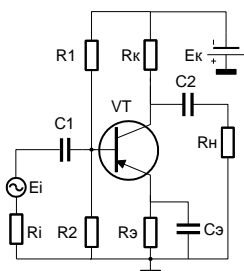


Рис. 1

альная схема которого показана на *рис. 1*. В высокочастотной области АЧХ определяется в основном частотными параметрами транзисторов; в области низких частот величина коэффициента усиления при чисто активной нагрузке обуславливается наличием конденсаторов в схеме. Сопротивление конденсатора переменному току $x_C = 1/\omega C$. В области средних и верхних частот x_C почти равно нулю. По мере

уменьшения частоты сопротивление разделительных конденсаторов $C1$ и $C2$ увеличивается, что приводит к уменьшению напряжения сигнала на резисторе нагрузки R_n и, следовательно, к уменьшению коэффициента усиления. Уменьшение емкости конденсатора C_3 также вызывает уменьшение коэффициента усиления на нижних частотах из-за снижения его шунтирующего действия на резистор $R_э$.

Расчет емкости конденсаторов усилительного каскада осуществляется по заданным значениям нижней частоты полосы пропускания и величине нелинейных искажений на этой частоте. Для проверки результатов расчета и их корректировки необходимо построить график АЧХ для рассчитанных значений номиналов элементов усилителя и сравнить его с исходными данными.

Для этой цели можно использовать широко распространенный программный пакет *MATLAB* v.7.5. С его помощью рассчитывается низкочастотный участок АЧХ и строится ее график. Если результаты моделирования не удовлетворяют поставленным условиям, можно изменить номинальные значения элементов схемы и добиться нужного результата.

Текст программы расчета приведен ниже. В данном варианте предусмотрен расчет АЧХ для трех величин емкости эмиттерного конденсатора C_e . Совершенно аналогично можно варьировать значения других элементов схемы.

```

clc; clear all; format short;
%Ввод номинальных значений элементов схемы
Ce=[200e-06 500e-06 1000e-06] ; % Эмиттерный конденсатор, Фарад
Ren=6; % Приведенное сопротивление эмиттерной цепи, Ом
C1=10e-06; % Входной разделительный конденсатор, Фарад
Ri=700; % Внутреннее сопротивление источника сигнала, Ом
Rvh=40; % Входное сопротивление каскада, Ом
C2=4e-06; % Выходной разделительный конденсатор, Фарад
Rk=1000; % Коллекторный резистор, Ом
Rn=700; % Сопротивление нагрузки, Ом
Yn1=zeros(1,40); Yn2=zeros(1,40); Yn3=zeros(1,40);
i=1;j=1;
for f=10:10:400
    for j=1:3
        Ynce=1/(sqrt(1+(1/(2*pi*f*Ce(j)*Ren))^2));
        Ync1=1/(sqrt(1+(1/(2*pi*f*C1*(Ri+Rvh))^2)));
        Ync2=1/(sqrt(1+(1/(2*pi*f*C2*(Rk+Rn))^2)));
        if j==1
            Yn1(i)=Ynce*Ync1*Ync2;
        end
        if j==2
            Yn2(i)=Ynce*Ync1*Ync2;
        end
        if j==3
            Yn3(i)=Ynce*Ync1*Ync2;
        end
    end
    i=i+1;
end
F=10:10:400;
plot(F,Yn1,'-r*',F,Yn2,'-g*',F,Yn3,'-b*')

```

Построенные с помощью этой программы графики низкочастотной области АЧХ представлены на *рис. 2* и *3*. Здесь по горизонтальной оси отложена частота усиливаемого сигнала в *Герцах*, а по вертикали – нормированный по максимуму коэффициент усиления по напряжению. Хорошо видно существенное влияние емкости эмиттерного конденсатора на нижнюю частоту полосы пропускания. Так, при $C_{\Sigma}=200 \text{ мкФ}$ нижняя

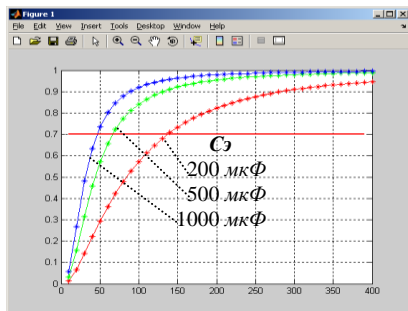


Рис. 2

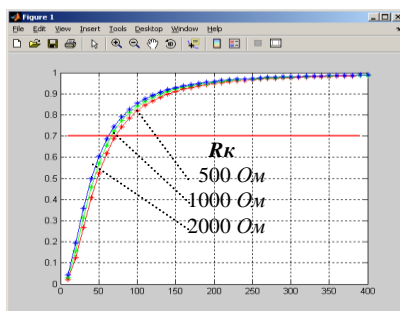


Рис. 3

частота (определяется по уровню 0,7) $f_{\text{н}} \approx 140 \text{ Гц}$; при $C_{\Sigma}=500 \text{ мкФ}$ – $f_{\text{н}} \approx 80 \text{ Гц}$; при $C_{\Sigma}=1000 \text{ мкФ}$ – $f_{\text{н}} \approx 60 \text{ Гц}$.

Гораздо меньше влияние на АЧХ оказывает сопротивление коллекторного резистора (*рис. 3*). Так, изменение его величины в 4 раза – от 500 Ом до 2 кОм – вызывает уменьшение нижней частоты полосы пропускания всего на $\sim 10 \text{ Гц}$.

Таким образом, предложенная методика позволяет без значительных затрат времени формировать нужную амплитудно-частотную характеристику транзисторного усилительного каскада путем изменения номиналов его элементов. При этом также можно оптимизировать массогабаритные показатели усилителя. Так как объемы электролитических конденсаторов весьма велики, уменьшение емкости входящих в схему конденсаторов дает существенное уменьшение размеров платы.

Литература:

1. Ю.С.Забродин. Промышленная электроника. – М., Высшая школа, 1992.
2. Б.Хант и др. Матлаб R2007. – М., Лучшие книги, 2008.

ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС ЗЕМЛИ И ПРИЧИНЫ ЕГО ИЗМЕНЕНИЯ

Харьковский национальный университет

им.В.Н.Каразина

Ст. Е.А. Вышемирская

Рук. доц. Е.М. Савченко

Понятия теплоты, способов ее передачи и уравнивания теплового баланса находят непосредственное отражение в одной из наиболее актуальных сегодня проблем – проблеме глобального потепления. С этой целью и разработана предлагаемая обзорная презентация данной темы.

Проблемы, затрагивающие состояние сложных систем, а к таким относится и обсуждаемый вопрос о физических параметрах, влияющих на тепловой баланс планеты, всегда являются многофакторными и поэтому "трудно обозримыми". С другой стороны, введение в курс "Физика с основами геофизики" данной актуальной темы, хотя бы обзорно, весьма желательно.

Тепловой баланс Q определяет распределение энергии, которая достигает географической оболочки. Изменение теплового баланса даже существенно сказывается на климате. Нарушение баланса может быть вызвано двумя группами факторов. Первая – природные факторы, на которые человек не влияет. К ним в частности относится изменение интенсивности солнечной активности. Ко второй группе относятся антропогенные факторы.

Так, хозяйственная деятельность человека так же может привести к нарушению теплового баланса. В частности, изменяется газовый состав и запыленность атмосферы, в которую попадает большое количество взвешенных молекул разнообразных газов, таких как углекислый газ, закись азота, метан и др. Все эти газы в совокупности можно назвать парниковыми. Они имеют разную поглощательную способность в зависимости от длины волны излучения Земли.

Компьютерные модели климата показывают: главный фактор повышения температуры - увеличение объемов углекислого газа в атмосфере. Способность атмосферы, которая пропускает электромагнитное излучение Солнца, поглощать (частично или полностью) тепловой поток от земной поверхности и переизлучать его к Земле в виде встречного излучения, носит название "парниковый эффект". Земное излучение как бы замыкается возле земной поверхности, причем тем больше, чем больше концентрация взвешенных молекул разнообразных газов в воздухе.

Оценка вклада каждого фактора имеет принципиально важное значение при принятии адекватных решений по реагированию на происходящие изменения.

Доклад представлен как компьютерная презентация, которая может быть использована в курсе общей физики при рассмотрении данной актуальной темы.

ИНЖЕНЕРНАЯ СЕКЦИЯ

ХІМІЧНІ ДЖЕРЕЛА СТРУМУ

***Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»***

Ст. Є.В. Южанінов

Кер. доц. В.К. Якуша

Хімічні джерела струму – це пристрої, в яких енергія хімічних реакцій безпосередньо перетворюється в електричну енергію. До них належать гальванічні елементи, акумулятори, електрохімічні генератори.

Як приклад в роботі розглянуто гальванічний елемент Данієля і досить простий за своєю будовою елемент Вольти. Проходження електричного струму в гальванічних елементах супроводжується рядом ускладнень, що призводять до зменшення сили струму в колі (що називають поляризацією гальванічних елементів). Щоб усунути шкідливий вплив поляризації застосовують різні способи, в тому числі і хімічні, коли використовують деполаризатори – відновники.

Для забезпечення еталонів напруг у лабораторній практиці використовується ртутно - кадмієвий нормальний елемент Вестона, офіційно прийнятий для метрологічних цілей ще у 1908 році. Цей елемент відрізняється від інших гальванічних елементів високою стабільністю електрорушійної сили. Для менш відповідальних вимірювань у повсякденній лабораторній або виробничій практиці користуються ненасиченим варіантом елемента Вестона.

Нормальні елементи застосовуються не як джерела струму, а як джерела постійної напруги в різних вимірювальних компенсаційних схемах, при перевірці та градуванні вимірювальних приладів. Від таких елементів можна брати тільки дуже слабкі струми, які не перевищують кількох міліампер, оскільки за такої умови напругу елементів можна вважати незмінною.

Різновидністю гальванічних елементів є акумулятори. Найбільшого поширення набув свинцевий, або кислотний, акумулятор. Перший діючий зразок свинцевого акумулятора створив в 1859 році. Г. Планте. Сучасні кислотні акумулятори складаються з ґратчастих свинцевих пластин, які заповнені пастою із PbO та води.

Крім кислотних, широкого застосування набули лужні акумулятори. Кислотні акумулятори застосовують в основному в автомобільному транспорті, в авіації, на телефонних станціях. Лужні акумулятори використовують в авіації, у засобах зв'язку, на штучних супутниках Землі.

До паливних елементів належать хімічні джерела струму, в яких електрична енергія утворюється внаслідок хімічної реакції між відновником і окисником, що безперервно подаються до електродів із зовні, а продукти реакції виводяться з паливного елемента. Вперше ідею використання паливних елементів у великій енергетиці висловив у 1894 році німецький фізик - хімік В. Освальд як альтернативу звичайному методу виробництва електричної енергії на теплових електростанціях.

Сукупність батареї паливних елементів називають електрохімічним генератором. З усіх варіантів паливних елементів найбільш досконало вивчено киснево – водневі елементи з лужними та кислотними електролітами. Паливні елементи як автономні джерела струму використовуються в космічній техніці. Перші великомасштабні роботи з використання їх у великій енергетиці розпочалися на початку 70-х років XX ст. Розроблено проекти і ведеться будівництво таких енергосистем потужністю кілька десятків мегаватів. Застосування паливних елементів у великій енергетиці – ще одна з досить важливих проблем. В роботі розглянуто напрямки використання хімічних джерел струму у великій енергетиці.

Перший напрям передбачає безпосереднє перетворення хімічної енергії природного палива в електричну за допомогою паливних елементів.

Другий напрям передбачає вирівнювання графіка навантажень електростанцій. На звичайних електростанціях нерівномірність роботи визначається добовою, тижневою і сезонною нерівномірністю споживання електроенергії. На енергоустановках нового типу (сонячні, вітрові, приливні та ін.) вироблення електричної енергії пов'язане з природними явищами і відбувається нерівномірно. Згладжування цих нерівномірностей за допомогою тимчасового накопичення і наступного використання частини електроенергії має важливе економічне значення.

Третій напрям використання хімічних джерел струму у великій енергетиці передбачає реалізацію термоелектрохімічних циклів, які дають змогу перетворювати теплову енергію в електричну без участі теплових машин. Прикладом простого термоелектрохімічного циклу може бути цикл із застосуванням хлоридів міді. При високій температурі ($t > 500^{\circ}\text{C}$) хлорид міді CuCl_2 дисоціює з поглинанням теплоти на Cu і Cl_2 . При більш низькій, наприклад кімнатній, температурі реакція проходить у зворотному напрямі і може бути використана в паливному елементі для вироблення електричної енергії. В інших варіантах термоелектрохімічних циклів за рахунок теплової енергії не отримують електроенергію, а виробляють висококалорійне паливо – водень. Термоелектрохімічні цикли розраховані насамперед на утилізацію теплової енергії ядерних реакторів.

ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст.: А.В. Рязанов, А.А. Шинкаренко

Рук.: асс. Т.Н. Шелест, асс. С.С. Кривонос

Теплопроводность – один из видов переноса теплоты от более нагретых частей тела к менее нагретым, приводящий к выравниванию температуры. При теплопроводности перенос энергии осуществляется в результате непосредственной передачи энергии от частиц (молекул, атомов, электронов), обладающих большей энергией, частицам с меньшей энергией. Если относительное изменение температуры на расстоянии средней длины свободного пробега частиц мало, то выполняется основной закон теплопроводности (закон Фурье): плотность теплового потока j пропорционален градиенту температуры:

$$j = -\lambda \text{grad} T,$$

где λ - коэффициент теплопроводности, (λ зависит от агрегатного состояния вещества, его атомно-молекулярного строения, температуры, давления и т.д.).

Из повседневного опыта мы знаем, что некоторые твердые тела лучше проводят теплоту, другие – хуже. Так, серебряная ложка, опущенная в стакан горячего чая, скоро становится горячей, тогда, как горящую спичку можно держать до тех пор, пока пламя не коснется пальцев. Следовательно, серебро лучше проводит теплоту, чем дерево.

Теплопроводность твердых тел имеет различную природу в зависимости от типа твердого тела. В диэлектриках, не имеющих свободных электрических зарядов, перенос энергии теплового движения осуществляется фононами - квазичастицами, квантами упругих колебаний атомов кристалла. Теплопроводность металлов определяется движением и взаимодействием носителей тока – электронов проводимости. Явление переноса теплоты в [полупроводниках](#) сложнее, чем в диэлектриках и металлах, что, отчасти, связано со значительным влиянием примеси на коэффициент теплопроводности.

В качестве демонстрации теплопроводности различных материалов можно предложить опыт с «лапкой» составленной из различных материалов. На равных расстояниях от общей точки их соединения к каждому стержню воском прикрепляют по спичке. Место соединения стержней нагревается на слабом огне, и через некоторое время спички начинают отпадать в порядке степени теплопроводности стержней.

ОПЫТЫ ПО ДЕМОНСТРАЦИИ ЦЕНТРОБЕЖНОЙ СИЛЫ ИНЕРЦИИ

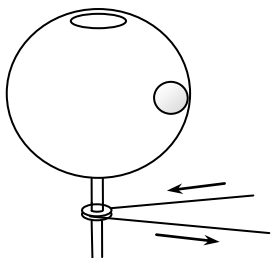
*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст.: А.В. Рязанов, А.А. Шинкаренко

Рук.: асс. Т.Н. Шелест, асс. С.С. Кривонос

Центробежные силы инерции возникают во вращающейся (по отношению к инерциальным системам) системе отсчета. Действию центробежной силы подвергается, например, пассажир в движущемся автобусе на поворотах. Перегрузки, испытываемые летчиком при выполнении фигур высшего пилотажа на больших скоростях, также в основном вызываются центробежными силами. Центробежные силы используются в центробежных сушилках для отжима белья и в сепараторах для отделения сливок от молока.

Наглядно действие центробежной силы инерции можно продемонстрировать в следующих простых экспериментах. В центробежной машине устанавливается прозрачный шарообразный сосуд, внутрь которого помещается легкий шарик. Можно взять несколько шариков. При вращении сосуда вследствие трения шарик начнет вращаться вместе с сосудом и, наконец, скорости их становятся одинаковыми. Находясь под действием силы тяжести, реакции стенки сосуда и центробежной силы инерции, шарик займет положение равновесия где-то на боковой стенке сосуда. При увеличении скорости вращения сосуда шарик будет перемещаться все выше и выше и, наконец, при достаточно большой скорости вращения расположится вблизи экваториальной плоскости сосуда. После остановки сосуда шарик продолжает вращение. При любой скорости вращения сосуда существует второе положение равновесия шарика на дне сосуда, на оси вращения; однако это положение неустойчиво и при малейшем смещении центра тяжести шарика от оси вращения сосуда шарик выходит из этого положения равновесия.



Вместо шарика в этот же сосуд примерно до одной трети его высоты может быть налита слегка подкрашенная вода. Сосуд вращают сначала медленно, а затем, по мере того как будет приходить во вращение вода, все быстрее. При этом поверхность воды принимает форму параболоида.

ВЛИЯНИЕ ЭФФЕКТА ШОТТКИ НА ВЕЛИЧИНУ ПЛОТНОСТИ ТОКА НАСЫЩЕНИЯ.

*Национальный технический университет
"Харьковский политехнический институт"*

Ст. Н.А. Пидручная

Рук.: доц. Е.Н. Подъячая, доц. С.Д. Гапаченко

Вольтамперная характеристика вакуумного диода носит выраженный нелинейный характер (рис.1). Зависимость термоэлектронного тока I_a от анодного напряжения в области малых положительных значений U_a описывается законом трех вторых (Богусловского-Ленгмюра)

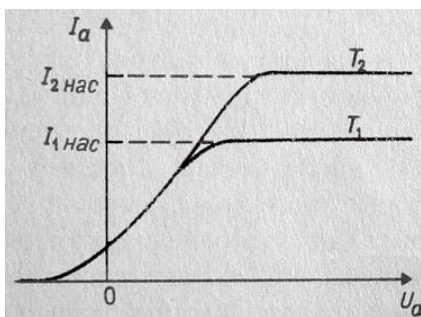


Рис. 1

$$I_a = C U_a^{3/2},$$

а плотность тока насыще-

ния $j_n = \frac{I_n}{S}$, характеризующая

эмиссионную способность катода, определяется формулой Ричардсона-Дешмана:

$$j_n = CT^2 e^{-A_{\text{вых}}/kT},$$

где T – абсолютная температура катода, $A_{\text{вых}}$ – работа выхода

электронов с поверхности катода, k – постоянная Больцмана.

Формула Ричардсона – Дешмана получена в предположении, что электрическое поле в вакууме отсутствует, однако, в реальных электронных приборах катод находится вблизи других электродов, находящихся под различными потенциалами.

Поэтому термоэлектроны, покидая поверхность катода, попадают во внешнее ускоряющее электрическое поле, которое, уменьшая потенциальный барьер у поверхности катода, приводит к уменьшению работы выхода. В результате значение плотности тока насыщения вакуумного диода возрастает.

Увеличение плотности тока насыщения под действием внешнего электрического поля получило название эффекта Шоттки. С учетом эффекта Шоттки формула Ричардсона – Дешмана принимает вид:

$$j'_n = CT^2 e^{-A'_{\text{вых}}/kT},$$

где j'_n – плотность тока насыщения с учетом эффекта Шоттки, $A'_{\text{вых}}$ – работа выхода электронов с учетом эффекта Шоттки.

Увеличение плотности тока насыщения вакуумного диода за счет эффекта Шоттки можно оценить отношением:

$$\frac{j'_n}{j_n} = e^{\Delta A/kT} = e^{0,44\sqrt{E}/T},$$

$$\text{где } \Delta A = A_{\text{вых}} - A'_{\text{вых}} = \sqrt{\frac{e^3 E}{4\pi\epsilon_0}} - \text{уменьшение работы выхода, } E -$$

напряженность внешнего электрического поля.

Влияние эффекта Шоттки на плотность тока насыщения вакуумного диода проследим, изменяя напряженность внешнего электрического поля в пределах от $E=10^3$ В/м до $E=10^5$ В/м, при постоянной температуре катода $T=1000$ К.

Результаты зависимости $\frac{j'_n}{j_n} = f(E)$ представлены графически на рис.2.

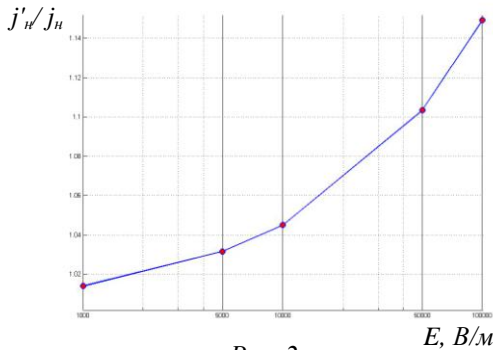


Рис. 2

О ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ В НЕОДНОРОДНЫХ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ПОЛЯХ

*Национальный технический университет
"Харьковский политехнический институт"*

Ст.: А.А. Лойко, С.И. Момотюк

Рук.: доц. Е.Н. Подъячая, асс. Г.Ю. Подъячий.

В большинстве электронных приборов электростатические поля создаются системой различных по форме электродов, находящихся под разными потенциалами. Такие поля являются неоднородными, и для их исследования применяют экспериментальные методы, в частности, метод электролитического моделирования. Он позволяет с помощью модели воспроизвести конфигурацию неоднородного электрического поля исследуемого электронного прибора. Метод основан на геометрическом и физическом подобии исследуемого объекта (электронного прибора) и его модели, что и гарантирует полную идентичность конфигурации неоднородного электрического поля объекта и модели.

Зная конфигурацию неоднородного электрического поля можно построить траекторию движения электронов в нем, используя различные методы построения. Начальная скорость электрона задается потенциалом второго анода электронной пушки.

Один из применяемых методов построения траектории электрона основан на законах преломления. Если вектор скорости электрона V_1 , пересекающий эквипотенциальную поверхность U_1 , составляет угол α_1 с нормалью к эквипотенциали, то при пересечении электроном эквипотенциальной поверхности U_2 ($U_2 > U_1$), увеличивается лишь нормальная составляющая его скорости, в то время как тангенциальная составляющая скорости электрона не изменяется.

Поэтому угол α_2 между вектором скорости V_2 и нормалью к эквипотенциали U_2 не равен углу α_1 . Следовательно, траектория движения электрона искривляется, причем

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{V_2}{V_1} = \sqrt{\frac{U_2}{U_1}}.$$

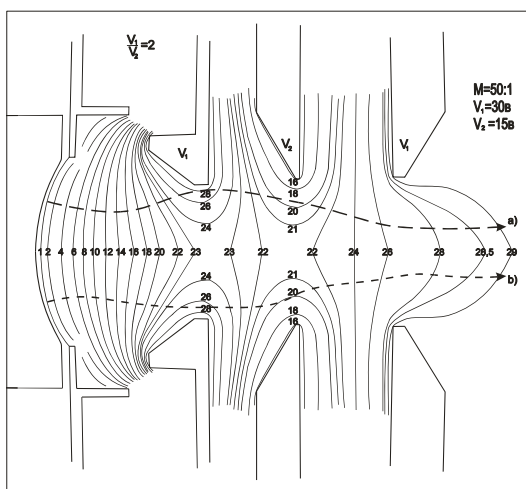
Отсюда $\alpha_2 = \arcsin(\sin \alpha_1 \sqrt{\frac{U_1}{U_2}})$.

Вторым методом, используемым для построения траектории электрона, является метод средних потенциалов, основанный на том, что на участке движения электрона между эквипотенциальными поверхностями

U_1 и U_2 скорость электрона $V_1 \propto \sqrt{\frac{U_1 + U_2}{2}}$, а на участке между экви-

потенциалами U_2 и U_3 скорость $V_2 \propto \sqrt{\frac{U_2 + U_3}{2}}$.

На рисунке показана конфигурация неоднородного электрического поля электронного прибора, полученная методом электролитического моделирования, и построены траектории движения электрона в нем: а) методом средних потенциалов, б) методом преломления.



Сравнение траектории движения электрона, построенной вышеизложенными методами, для симметричных участков неоднородного поля дает близкий результат. Неоднородное поле исследуемого прибора служит собирающей электронной линзой, позволяющей фокусировать электронный пучок.

КОЛИ МИРНИЙ АТОМ ВИХОДИТЬ З ПІД КОНТРОЛЮ

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»*

Ст. О.І. Теплинська

Рук. ст. викл. В.С. Савіна.

Збільшення населення на Землі в середньому на 2% за рік, зменшення запасів органічного палива, відсутність альтернативних джерел необхідної енергопотужності – основні фактори, які визначають зростання ядерної енергетики в енергозабезпеченості світової економіки. Сьогодні в різних країнах ведеться активний пошук ядерних технологій для майбутнього. За останні 15 років основний приріст електрогенерауючої потужності України забезпечувався за рахунок розвитку атомної енергетики. Витрати на експлуатацію АЕС в десятки разів менші, ніж на ГЕС та ТЕЦ. АЕС поза конкуренцією по собівартості продукції. Використання ядерного палива для виробництва енергії не потребує кисню і не супроводжується постійним викидом продуктів згорання в атмосферу. На шляху використання атомної енергії постає все більше й більше проблем. На першому плані стоять заходи щодо гарантування безпеки навколишнього середовища та населення, проблема поховання високорадіоактивних відходів, проблеми роботи АЕС в енергосистемах і багато інших. Системи забезпечення безпеки АЕС постійно розвиваються. Але атомна енергетика повністю екологічно безпечною вважатися не може. Найбільша аварія сталася на Чорнобильській АЕС 26 квітня 1986 р. Під час вибуху її четвертого блоку був повністю зруйнований ядерний реактор. Вибух на ЧАЕС був механічний. У реакторі 4-го енергоблоку на момент вибуху було близько 180-200 тонн ядерного палива. Близько 8 тонн було викинуто в навколишнє середовище. Загальна активність викинутих речовин становила 6,2 млрд. кюрі. Виникла пожежа. Горіння графіту спричинило підвищення температури всередині зруйнованого реактора. Тому радіонукліди, що потрапили в навколишнє середовище під час пожежі, були у вигляді оксидів і карбідів рідкісноземельних металів. В атмосферу було викинуто близько 450 типів радіонуклідів. За офіційними даними, внаслідок аварії на ЧАЕС було забруднено радіонуклідами 3,5 млн га сільськогосподарських угідь, 1,5 га лісів і садів у 12 областях України. Зона відчуження складає 2044 км². Від аварії на ЧАЕС постраждало 4,8 млн людей. За 10 років померло 167653 особи з числа ліквідаторів. Збільшилася кількість серцево-судинних захворювань і щитовидної залози. Радіоактивне забруднення виявлено в інших країнах.

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ЗЕМЛИ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст. А.В. Петрова
Рук. доц. Т.И. Храмова*

Средняя напряженность поля на поверхности составляет около $5 \cdot 10^{-5}$ Тл. По форме основное магнитное поле Земли близко к полю эквивалентного магнитного диполя. Его центр смещен относительно центра Земли, а ось наклонена к оси вращения Земли на $11,5^\circ$. Земное магнитное поле находится под воздействием потока намагниченной солнечной плазмы. В результате взаимодействия ее с полем Земли образуется внешняя граница околоземного магнитного поля, называемая магнитопаузой. Она ограничивает земную магнитосферу. Из-за воздействия солнечных корпускулярных потоков размеры и форма магнитосферы постоянно меняются и возникает переменное магнитное поле, определяемое внешними источниками.

Основная часть магнитного поля Земли по современным понятиям, имеет внутриземное происхождение. Магнитное поле Земли создается ее жидким металлическим ядром. Незначительная часть магнитного поля Земли (около 1%) имеет внеземное происхождение. Возникновение этой части связывают с электрическими токами, текущими в проводящих слоях ионосферы и поверхности Земли. Магнитное поле Земли находится во взаимодействии с магнитными полями Солнца, планет и потоков заряженных частиц, испускаемых Солнцем. Солнечный ветер представляет собой потоки протонов, электронов, ядер гелия, ионов кислорода и др. частиц, движущихся со скоростями до 500 км/с. Такие потоки порождают сильное магнитное поле, которое и взаимодействует с полем Земли, сильно деформируя его. Благодаря своему магнитному полю Земля удерживает в так называемых радиационных поясах захваченные частицы солнечного ветра, не позволяя им проникать к поверхности Земли. Ослабление магнитного щита Земли может подвергнуть нас солнечному электромагнитному излучению

Согласно последним научным данным магнитное поле Земли испытывает значительные колебания. Сила магнитного поля уменьшилась на 10 % за последние 150 лет, что наводит некоторых специалистов на мысль о возможности его исчезновения со временем, а затем возобновления и перемещения, что может привести к изменению полярности магнитных полюсов.

СТРУКТУРНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ: ЭЛЕКТРОНОГРАФИЯ

*Национальный технический университет
"Харьковский политехнический институт"*

Ст. И.А. Михеев

Рук.: доц. С.Д. Гапченко, доц. М.В. Лебедева

Прочностные свойства конструкционных материалов определяются особенностями их структурного состояния. Наиболее распространенными, методами исследования структурных характеристик материалов в настоящее время являются дифракция рентгеновских лучей (рентгенография) и дифракция электронов (электроннография). В последнем случае благодаря наличию волновых свойств у электронов, предсказанному де Бройлем и установленному экспериментально, явление дифракции электронов используется для получения информации о самой дифракционной, т.е. кристаллической решетке различных веществ. Электронографический метод исследования позволяет:

- получать информацию об особенностях структурного состояния пленок, определять тип и параметры кристаллической ячейки исследуемого материала,
- определять ориентацию монокристаллических образцов по отношению к пучку электронов,
- проводить качественный и количественный анализ фазового состава объектов, изучать кинетику процессов, происходящих в образцах при различного рода воздействиях на них.

Целью данной задачи было продемонстрировать возможности этого метода исследования, изучить структурное состояние конденсированных пленок (в данном конкретном случае – пленки алюминия), определить тип и параметры элементарной ячейки исследуемого вещества. Пленки алюминия конденсировались в вакуумной камере на сколы монокристалла $NaCl$, отделялись от подложек в воде и вылавливались на электролитические сеточки. Толщина образцов не превышала 50 нм. Для получения электронограмм использовался электронограф ЭГ-100. Расчет дифракционной картины производился по формуле Вульфа-Брэгга, определяющей направления, в которых рассеянные волны будут усиливать друг друга:

$$2d_{hkl} \sin\theta = k\lambda \quad (1)$$

где d_{hkl} - межплоскостное расстояние для отражающих плоскостей, λ - длина волны де Бройля, θ - угол скольжения электронного луча, k - порядок отражения.

Дифракционная картина от исследуемой пленки алюминия имела вид концентрических колец вокруг места попадания первичного электронного пучка. Следовательно, рассеянные волны образуют конус лучей, отраженных от большого количества случайно ориентированных кристалликов. Исследуемая пленка поликристаллическая. При получении электронограмм углы θ малы. Кроме того из-за малого размера кристалликов на электронограммах видны только максимумы первого порядка, т.е. $k = 1$, и формула Вульфа Брэгга приводится к виду:

$$d_{hkl} D = 2L\lambda, \quad (2)$$

где D - диаметр дифракционного кольца, L - расстояние от образца до фотопластинки, определяемое конструктивными особенностями прибора.

Обычно при расчетах электронограмм значения $2L\lambda$, определяющие по сути масштаб электронограммы, находят с помощью эталона - вещества, структура и набор межплоскостных расстояний которого известны. В проведенных исследованиях в качестве эталона использовалась пленка $TiCl$. Ниже в табл. 1 приведены результаты расчета значений $2L\lambda$ с помощью эталона, а в табл.2 рассчитанные с помощью соотношения (2) межплоскостные расстояния и индексы отражающих плоскостей для исследуемого вещества – пленки алюминия. Соотношение диаметров измеренных колец согласно справочным данным [1] свидетельствует о том, исследованное вещество имеет ГЦК - решетку с параметром a , который в этом случае определяется формулой

$$a = d_{hkl} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2} \quad (3)$$

Полученные на основании результатов измерений значения параметра элементарной ячейки a также представлены в табл.2.

Табл. 1. Расчет электронограммы эталона-пленки хлорида таллия

Табл.2. Расчет электронограммы пленки алюминия

hkl	d , нм	D , мм	$2L\lambda$, нм мм	№ п/п	D , мм	d , нм	hkl	a , нм
111	0,2218	26,6	5,895	1	25,3	0,232	111	0,404
200	0,1921	30,6	5,878	2	29,1	0,202	200	0,405
210	0,1718	34,2	5,877	3	41,1	0,143	220	0,405
211	0,1568	37,5	5,880	4	48,2	0,122	311	0,405
220	0,1358	43,3	5,885	5	50,3	0,117	222	0,405

Полученные экспериментальные результаты прекрасно согласуются с табличными данными.

ПРОМИСЛОВЕ ВИРОБНИЦТВО НАПІВПРОВІДНИКОВИХ МАТЕРІАЛІВ В УКРАЇНІ

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»*

Ст.: Т.О. Яценко, Н.С. Абашикіна

Кер.: доц. В.І. Белозерцева, ас. І.А. Корж

В доповіді розповідається про сучасні проблеми виробництва напівпровідникових матеріалів та перспективи його розвитку в Україні.

Розвиток електроніки забезпечує прогрес промисловості. Електроніка ставить перед іншими науками і виробництвом нові задачі, а також озброює їх якісно новими технічними засобами і методами досліджень. З 60-х до початку 90-х років академічна, вузівська, галузева наука, потужні промислові підприємства забезпечували успішний розвиток електронної техніки. Найважливіші матеріали в електроніці – кремній і германій. Перший потрібен у полікристалічному (для електронної промисловості, сонячної енергетики) та монокристалічному стані, у вигляді кремнієвих пластин, епітаксійних структур, елементів інтегральних схем. Другий використовується в інфрачервоній та волоконній оптиці, детекторах іонізуючих випромінювань, термоелементах, як каталізатор для виготовлення спеціальних пластикових мас. Крім цих матеріалів, було організовано виробництво різних напівпровідникових сполук, легованих різноманітними домішками. Проте рівень виробництва напівпровідникових матеріалів та приладів на їх основі, був нижчим, ніж у США, Японії.

Сьогодні продукція найбільш потужних напівпровідникових заводів, які до початку 90-х років прогресивно розвивались, не виправдують себе через мізерні замовлення, застаріле технологічне обладнання, великі накладні витрати, важкі податкові умови, що постійно змінюються.

Кризис виробництва напівпровідникових матеріалів пов'язаний зі втратою ринків збуту, в першу чергу, російського – після розпаду СРСР. Висока собівартість і невисока якість продукції українських підприємств не дозволяє їй успішно виступати на закордонних ринках.

Сучасне технологічне устаткування (на Україні не існує відповідних технологій) для одержання напівпровідникових матеріалів – автоматизована апаратура, яка з високою точністю підтримує виробничий процес при мінімальному впливі людини.

Поки що не втрачено основних компонентів для подальшого розвитку електроніки. Але необхідно технічне переозброєння галузі, що потребує великих інвестиційних внесків по всьому виробничому циклу.

ТЕМПЕРАТУРА ВНЕШНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ СТЕН ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В ЯСНУЮ ПОГОДУ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст. И.В. Татарка
Рук. доц. Ю.Г. Окладной*

В работе [1] ,была исследована роль теплового излучения и конвекции в теплообмене зданий и сооружений с окружающей средой. При этом было показано, что в ясную ночь при нулевой температуре окружающей среды стена здания охлаждается до температур ниже нулевой - происходит заморозок.

Этот эффект обусловлен, с одной стороны, тем, что в ясную погоду 15 % лучистой энергии, испускаемой вертикальной стеной, покидает земную атмосферу, а теплоизоляция, которую обеспечивает кирпичная стена толщиной 0,5 м, не пропускает такое количество теплоты, которое позволило бы компенсировать потери, обусловленные излучением за пределы земной атмосферы. В результате охлаждения внешней поверхности стены до отрицательных температур стена начинает поглощать тепловую энергию из окружающей среды, одновременно увеличивается и тепловой поток изнутри здания. Эти два фактора позволяют восстановить тепловой баланс внешней поверхности, нарушенный излучением за пределы атмосферы.

В данной работе исследована зависимость температуры внешней поверхности от степени её черноты и от толщины кирпичной стены. В ясную ночь для теплового потока, испускаемого единицей площади внешней поверхности стены, справедливо выражение

$$q = (0,85 \alpha_{\text{луч}} + \alpha_{\text{конв}}) (t_{\text{вн}} - t_{\text{ул}}) + 0,15 \varepsilon \sigma (T_{\text{вн}}/100)^4, \quad (1)$$

где ε - степень черноты, σ - постоянная Стефана-Больцмана, t - температура, T - абсолютная температура, индекс «вн» относится к внешней поверхности стены, а индекс «ул» характеризует параметры внешней среды.

Для теплового излучения коэффициент теплоотдачи определяется по формуле [2]

$$\alpha_{\text{луч}} = \varepsilon \sigma [(T_{\text{ул}}/100)^4 - (T_{\text{вн}}/100)^4] / (t_{\text{ул}} - t_{\text{вн}}). \quad (2)$$

Для конвективного теплообмена коэффициент теплоотдачи определяется по формуле [3]

$$\alpha_{\text{конв}} = \lambda \text{Nu} / h, \quad (3)$$

где h - высота стены или стекла, λ - коэффициент теплопроводности воздуха, Nu - число Нуссельта для воздуха.

Расчёты, проведённые в работе [1], позволили получить для коэффициента теплоотдачи, внешней поверхности стены, обусловленного конвекцией, такое выражение

$$\alpha = 1,85 (v_0)^{1/3}, \quad (4)$$

где $v_0 = t_{\text{ул}} - t_{\text{вн}}$.

Тепловой поток, направленный к внешней поверхности стены изнутри здания, определяется по формуле

$$q = k (t_{\text{к}} - t_{\text{вн}}), \quad (5)$$

где $t_{\text{к}}$ - температура внутри комнаты, k - коэффициент теплопередачи стены и её внутренней поверхности:

$$1/k = 1/(\alpha'_{\text{луч}} + \alpha'_{\text{конв}}) + h_0/\lambda_{\text{к}}, \quad (6)$$

где h_0 - толщина кирпичной стены, $\lambda_{\text{к}}$ - коэффициент теплопроводности кирпича, штрих указывает на то, что соответствующие коэффициенты теплоотдачи относятся к внутренней поверхности стены.

Приравняв правые части формул (1) и (5), можно определить температуру внешней поверхности стены. Результаты расчёта её зависимостей от h_0 и ε при нулевой температуре внешней среды приведены на следующих графиках:

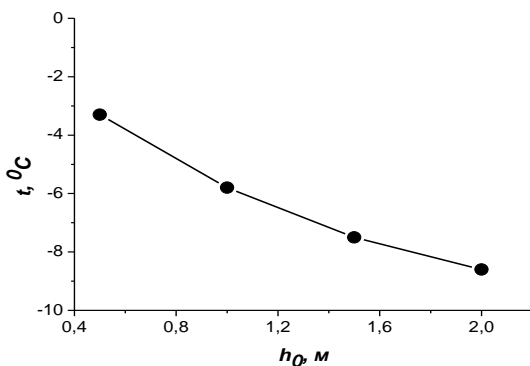


Рис 1. График зависимости $t_{\text{вн}}$ от h_0 .

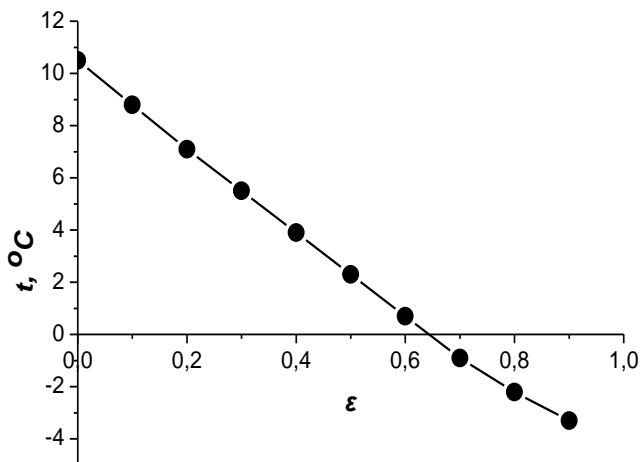


Рис 2. График зависимости $t_{\text{вн}}$ от ε .

Как видно из приведенных графиков, по мере усиления теплоизоляции стены эффект заморозка усиливается, а с уменьшением степени черноты ослабевает, причём при $\varepsilon = 0,65$ заморозок прекращается, так как с уменьшением степени черноты тепловое излучение стены ослабевает.

Для уменьшения тепловых потерь зданий и сооружений целесообразно уменьшать степень черноты их внешних поверхностей.

Литература

1. Е.В.Окорокова, А.В.Прудков. Роль теплового излучения и конвекции в теплообмене зданий и сооружений с окружающей средой // Материалы студенческой научной конференции «Актуальные проблемы физики и их информационное обеспечение» - Харьков, НТУ «ХПИ», 2007. - с. 47-48.
2. В.А. Бондарев, Р.Н. Гринкевич, А.Е. Процкий. Общая теплотехника. - Минск, Вышэйшая школа, 1967. - с. 173.
3. Обязательные задачи и домашние задания по курсу тепло- и массообмен. - Харьков, НТУ «ХПИ», 2002. - 32 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст.. А.В. Волков

Рук. доц. Ю.В. Меньшов

Для измерения теплопроводности твердых, механически обрабатываемых материалов, а именно, для исследования температурной зависимости в режиме монотонного нагрева в лабораторных и заводских условиях предназначен измеритель теплопроводности ИТ – λ – 400. Измеритель рассчитан на проведение массовых теплофизических исследований.

Целью нашей работы была градуировка прибора (ИТ – λ – 400) и настройка электронной части системы регулирования и стабилизации температуры. Градуировка измерителя заключается в экспериментальном определении тепловой проводимости тепломера K_T и поправки P_K , которая учитывает контактное тепловое сопротивление образца и заделки термопар, динамические погрешности и неидентичность градуировки термопар.

Параметры K_T и P_K не зависят от свойств испытуемого образца, являются «постоянными» измерителя. Значение P_K обычно дано для материалов с $\lambda = 2 - 5$ Вт/(м К) и не превышает (10—20) проц. теплового сопротивления образца. Для определения теплопроводности испытуемого образца в эксперименте необходимо на различных уровнях температуры измерить перепады температуры на тепломере V_T и образце V_0 в микровольтах, МкВ P_T и P_0

При определении K_T проводят серию из пяти экспериментов, в которых в качестве образца используют образцовую (аттестованную ВНИИМом) меру теплопроводности из плавленого кварца марки КВ ГОСТ 15130—69. Экспериментальные данные заносятся в таблицу. Расчет K_T проводится без учета поправки P_K по формуле:

$$K_T = P_0 \lambda S (1 + \sigma_c) / h P_T$$

где: P_0 — перепад температуры на образце в микровольтах, мкВ.

P_T — перепад температуры на рабочем слое тепломера в микровольтах, мкВ.

Определение теплового сопротивления. При определении P_K проводят серию экспериментов с образцом из меди (диаметр образца 15 мм, высота — 5 мм).

Образцы из меди и кварцевого стекла, входящие в комплект измерителя теплопроводности предварительно взвешивались на аналитических весах, а линейные размеры определялись с помощью микрометра.

Экспериментальные данные заносят в таблицу. Расчет P_k проводят по формуле:

$$P_k = \frac{\Pi_0 \cdot S(1 + \sigma_c)}{\Pi_T \cdot K_T} - \frac{h_M}{\lambda_M}$$

где: λ_M — теплопроводность медного образца, Вт/(м К)

h_M — высота медного образца, м.

Значения теплопроводности λ_M в зависимости от температуры приведены в справочных данных.

Проводят уточненный расчет K_T с учетом среднего значения P_k по формуле:

$$K_T = \Pi_0 \lambda S (1 + \sigma_c + \sigma_k) / h \Pi_T$$

где: λ — теплопроводность кварцевого стекла марки КВ, Вт/(мК)

h — высота образца из кварцевого стекла марки КВ, м.

S — площадь поперечного сечения образца, м².

σ_c — поправка, учитывающая теплоемкость образца из кварца марки КВ. σ_k — поправка, учитывающая тепловое сопротивление P_k

$$\sigma_k = P_k \lambda / h$$

Среднее из вычисленных значений используют при дальнейшей работе.

Настройка электронной части системы регулирования и стабилизации температуры состояла в последовательной проверке значений показаний термоэДС всех термопар в измерительной ячейке, проверке всех электрических соединений в системе контроля Π_0 и Π_T и температуры образца. Также были проверена исправность электроприводов, входящих в системы регулирования и стабилизации температуры. Оценено значение сигнала дифференциальной термопары, поступающего на вход усилителя и в зависимости от знака разбаланса заставлявшего поворачиваться в ту или иную сторону кулачок, укрепленный на оси двигателя, при этом замыкается или размыкается контакт микропереключателя. При замкнутом контакте напряжение подается на нагреватель охранного колпака (адиабатической оболочки). Описанные процессы влияли на своевременность срабатывания системы стабилизации температуры при поддержании последней с погрешностью около 0,3°К

1. Епифанов Г.И. Физика твердого тела. -М.: Высш. школа, 1977.-288 с. 2. Киреев П.С. Физика полупроводников. -М.: Высш. школа, 1975.-243 с. 3. Савельев И.В. Курс общей физики. (в 3 томах) -М.: Наука, 1987. 4. Калашников С.Г. Электричество. - М.: Наука, 1986. - 576 с. 5. Лабораторный практикум по физике атомов, молекул, атомного ядра и элементарных частиц под ред. Базакуца В.А. -Харьков: ХПИ, 1991. 6. Инструкция по эксплуатации измерителя теплопроводности ИТ – λ – 400.

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ КОЛЕСА

Национальный аграрный университет

им. В.В. Докучаева

Ст.: А. Камышан, С. Щербина

Рук.: проф. М.Я. Рохманов, ст. пр. В.В. Онищенко

Колесо самое простое, самое распространенное и, возможно, самое эффективное средство борьбы с трением при движении на суше. В то же время колесо - безусловно, одно из самых выдающихся изобретений человека, пришедшее к нам из глубин тысячелетий.

В работе прослеживается история рождения колеса. Придумать колесо не так-то легко. В высокоразвитой цивилизации ацтеков и майя колесного транспорта не было вообще. Знания, накопленные о тележном колесе в течение тысячелетий, удачно обобщил известный итальянский деятель эпохи Возрождения Д. Альберти. «Если колесо вращается на толстой оси, то оно будет катиться труднее, если на тонкой — ось не выдержит тяжести. Если наружный охват колеса небольшой, то оно застревает в земле, если широкий - шатается из стороны в сторону, а если нужно повернуть вправо или влево, - повинуется с трудом. Промежуток между осью и втулкой должен быть скользким; втулки же лучше всего изготавливать из меди, сплавленной с одной третьей частью олова».

Рождение колеса связано с изобретением и использованием другого великого достижения древних - рычага. Ведь колесо - это рычаг, о чем знали в прошлом и о чем успели основательно забыть наши современники.

Надев колеса на оси, изменяем не силу, необходимую для преодоления трения между соприкасающимися поверхностями, а расстояние, на которое должна действовать эта сила. Если диаметр колес, надетых на оси, например, в 1,3 раза больше диаметра осей, то при перемещении груза, скажем на 10 м, трущиеся поверхности проскользнут только на $10/1,3$ м. Следовательно, нужно затратить меньше энергии на преодоление заданного расстояния и, соответственно, сила, которую необходимо приложить к системе, чтобы привести ее в движение, должна быть меньше той, которую нужно приложить к волокуше.

Основное преимущество системы колесо - ось с точки зрения механики состоит в том, что она уменьшает расстояние, которое должно проскользнуть друг по другу несущие поверхности. По правилам рычага уменьшается в соответствующее число раз и сила, которую необходимо приложить к системе, чтобы привести ее в движение.

ПОТЕНЦИАЛ ПОЧВЕННОЙ ВЛАГИ

Национальный аграрный университет

им. В.В.Докучаева

Ст. В.С. Слинко

Рук. ст. пр. В.В. Онищенко

Нельзя сказать, что почва (пахота) менее достойный объект физического исследования, чем твердое тело, жидкости, газы. Однако наука об обработке почвы находится еще в начальной стадии развития. Взамен теории и за ее отсутствием агротехника довольствуется качественным обобщением практического опыта.

В данной работе рассматриваются процессы почвообразования и энергетического состояния почвенной влаги на основании основных законов термодинамики. В гидрофизике имеют значение следующие термодинамические характеристики: потенциалы почвенной влаги (потенциал давления, осмотический, каркасный), влагопроводность почвы, градиенты потенциала влаги, градиенты температурного поля.

Данные о водном потенциале почвы показывают, какую работу приходится совершать растениям для извлечения влаги из почвы. Их значение состоит также в том, что они определяют движение водяного пара.

В почве в состоянии водонасыщенности величины потенциала почвенной влаги близки к потенциалу чистой воды, и его можно принять на 0. По мере обезвоживания потенциал почвенной влаги падает, а отрицательное его значение возрастает, достигая максимума при минимальном содержании воды в почве.

Вода, поступившая в почву, снижает свою свободную энергию в разной степени в зависимости от водоудерживающих сил почвы: поверхностно-адсорбционных, пленочных, осмотических, капиллярных.

Передвижение влаги в почве и в растении определяется разностью потенциалов между двумя точками, отнесенной к расстоянию между ними и равной градиенту потенциала.

Чтобы влага из почвы поступила в растение, потенциал в корне должен быть ниже, чем в почве.

В листьях он ниже по сравнению с корнями и, наоборот, выше, чем в воздухе.

Таким образом, используя термодинамический метод оценки энергетического состояния влаги, можно прогнозировать влагообмен в системе почва-растение - атмосфера и в меру возможности

СВЕРХПРОВОДНИКИ: ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст. В.В. Шутинский
Рук. доц. Т.И. Храмова*

Явление, заключающееся в полном исчезновении электрического сопротивления проводника при его охлаждении ниже критической температуры, было открыто нидерландским физиком Х. Камерлинг – Онессом в 1911 г, а удовлетворительное объяснение этого явления дало возможность разработать сверхпроводящие материалы, пригодные для технических применений.

Сверхпроводимость обнаружена более чем у 20 металлов и большого количества соединений и сплавов ($T_c \leq 23 \text{ K}$), а также у керамик ($T_c \geq 77 \text{ K}$ – высокотемпературные сверхпроводники). Синтезом новых материалов удалось поднять температуру перехода в сверхпроводящее состояние до 130 K.

Сверхпроводимость материалов с $T_c \leq 23 \text{ K}$ объясняется наличием в веществе пар электронов, обладающих энергией Ферми, с противоположными спинами и импульсами (пары Купера), которые образуются благодаря взаимодействию электронов с фононами. Все пары находятся в одном состоянии и согласованы между собой по всем физическим параметрам, т.е. образуют единый сверхпроводящий конденсат. Свойства высокотемпературных сверхпроводников существенно отличаются от свойств традиционных сверхпроводников. Повышение рабочей температуры до азотной позволяет существенно упростить и удешевить системы криогенного обеспечения.

В настоящее время все усилия в области ВТСП наряду с совершенствованием их свойств и способов получения направлены на создание изделий на основе ВТСП, пригодных для применения радиоэлектронных системах для детектирования, аналоговой и цифровой обработки сигналов.

ИСТОРИЯ ФИЗИКИ

АКАДЕМИК Л.Д. ЛАНДАУ

***Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»***

Ст. А.А. Ворошилов

Рук.: доц. Л.Г. Петренко, проф. А.И. Копелиович

22 января 2008 года исполнилось 100 лет со дня рождения гениального учёного физика-теоретика Льва Давидовича Ландау. Его имя широко известно мировой науке. Он был одним из немногих во всём мире после известного итальянского учёного Энрико Ферми физиков-универсалов. Широта его научного творчества была беспрецедентна: она охватывала всю теоретическую физику.

Работы Л.Д.Ландау посвящены квантовой механике и физике твёрдого тела, теории фазовых переходов второго рода и теории сверхтекучести, ферромагнетизму и антиферромагнетизму, гидродинамике и физической кинетике, физике элементарных частиц и физике плазмы, а также многим другим разделам физической науки. Вклад Ландау в мировую науку был отмечен Нобелевской премией (1962 г.), а его имя носят многие теории, эффекты, уравнения.

Л.Д. Ландау родился в 1908 году в городе Баку в семье инженера-нефтяника. Способности к точным наукам проявились у него очень рано - в 12 лет он уже умел дифференцировать, в 13 - интегрировать. В 13 лет окончил гимназию, а в 14 лет стал студентом Бакинского университета, причём сразу двух его факультетов - физико-математического и химического. Здесь он проучился только два года и в 1924 году поступил на физическое отделение Ленинградского университета.

Явные черты «чистого теоретика» у него проявились уже на третьем курсе обучения. Поэтому на учебных физических семинарах он чувствовал себя очень свободно, легко вступал в дискуссии и научную полемику даже с такими известными университетскими преподавателями, как Д.С.Рожественский (крупнейший специалист в области спектроскопии) и В.А.Фок (выдающийся физик-теоретик).

После окончания университета Ландау поступает в аспирантуру при Ленинградском физико-техническом институте.

В 1928 году он становится участником организованного академиком А.Ф.Иоффе Всесоюзного съезда физиков, участниками которого были иностранные учёные - Дирак (Англия), Бриллюэн (Франция), Дебай

(Германия). Молодой Ландау сразу обратил на себя их внимание разносторонними знаниями.

В 1929 году Л.Д.Ландау был направлен в заграничную научную командировку, побывал во многих центрах физики Западной Европы, встречался с ведущими учёными, в частности познакомился с Нильсом Бором, учеником которого считал себя с тех пор.

В 1932 году приехавшего из заграничной командировки молодого талантливого физика Л.Д.Ландау пригласили возглавить теоретический отдел УФТИ (г. Харьков). С этого времени и до 1937 года Л.Д.Ландау своей активной научной, организационной и педагогической деятельностью стал превращать УФТИ и Харьков в целом в ведущий отечественный и мировой центр теоретической физики. Здесь проводились международные физические конференции, работали иностранные специалисты, издавался специальный физический научный журнал.

В УФТИ, когда там появился Ландау, интенсивно проводились исследования в области физики низких температур. Эта тематика очень заинтересовала Ландау. Именно в УФТИ он опубликовал первые работы, посвящённые теории фазовых переходов второго рода, теории промежуточного состояния в сверхпроводимости, теории взаимодействия элементарных частиц. В 1934 году Высшая аттестационная комиссия присвоила Л.Д.Ландау степень доктора физико-математических наук без защиты диссертации.

В период пребывания Ландау в Харькове было заложено основание Харьковской школы физиков-теоретиков, произошло рождение знаменитой Научной Школы Ландау, расцвет которой, после его переезда в 1937 году в Москву, связан с Институтом физических проблем. Он разработал строго продуманную систему научного воспитания молодёжи. Ни одно звено интеллектуального роста учёного, начиная со скамьи средней школы и до кресла академика, не было оставлено Ландау без внимания.

В 1933 году Л.Д.Ландау возглавил кафедру теоретической физики Харьковского механико-машиностроительного института (ныне НТУ «ХПИ»), а затем кафедру экспериментальной физики Харьковского государственного университета. В это время Ландау вводит систему подготовки физиков-теоретиков путём сдачи специальных экзаменов в виде теоретического минимума. При сдаче этих экзаменов его ученики окунались во всю теоретическую физику, как нечто единое целое. Независимо от будущей физической специализации каждый из учеников Ландау должен был овладеть теоретическим минимумом физических знаний и умением пользоваться этими знаниями. На сдачу теорминимума уходило от двух месяцев (у лучших учеников) до нескольких лет у других. Всего за период с 1933 до 1961 года теорминимум сдали Ландау всего 43 физика.

Сдача этих экзаменов позволила ему воспитать большую группу учеников - наиболее талантливых близких ему по духу физиков-теоретиков, которые впоследствии создали собственные научные школы (академик А.И.Ахиезер, академик И.М.Лифшиц и др.).

В УФТИ регулярно работал семинар, где докладывались оригинальные работы физиков-теоретиков, в том числе и учеников Ландау. В дискуссиях на научных семинарах Ландау был остро критичен, остроумен и ироничен. Глубина его физических подходов к обсуждаемым вопросам делала дискуссии с его участием очень привлекательными, интересными и полезными для научных исследований. Традиция таких семинаров сохраняется в физических институтах до настоящего времени.

В Харькове у Ландау возникла идея создания собственного курса теоретической физики и общей физики, охватывающих все разделы физики. Написать такие курсы в одиночку Ландау не мог. Он был прекрасным докладчиком по физическим проблемам, но ему было очень трудно излагать научные работы в письменном виде. Среди молодых одарённых физиков в те годы в Харькове оказался Евгений Михайлович Лифшиц, который обладал способностью широкого охвата проблем и задач теоретической физики и к тому же исключительной способностью к литературному изложению физической тематики. Ландау и Лифшиц прекрасно дополняли друг друга в работе над задуманным курсом теоретической физики. К 1962 году ими были написаны и изданы 7 томов курса. Но в январе этого года случилось несчастье - Ландау попал в тяжелую автомобильную катастрофу. Неимоверными усилиями врачей и учеников жизнь Ландау удалось спасти, однако вернуть его к полноценной творческой деятельности не удалось. 1 апреля 1968 года Ландау не стало. Ушёл из жизни последний теоретик-универсал, оставивший труды во всех областях современной ему теоретической физики. Ученики Ландау Е.М.Лифшиц и И.П.Питаевский, основываясь на идеях своего учителя, написали ещё три тома курса и тем самым завершили десяти томный курс теоретической физики

Созданный Л.Д.Ландау совместно с И.М.Лифшицем многотомный «Курс теоретической физики» переиздан на многих языках мира и сыграл громадную роль, как для развития самой теоретической физики, так и для воспитания молодых физиков.

[1] Л.Д.Ландау. Собрание трудов. – М.: Наука, 1969. - Т.1, 512 с.; Т.2, 452 с.

[2] М.Я.Бессараб. Ландау: Страницы жизни. – М.: Московский рабочий, 1988. – 288 с.

[3] В.В.Ульянов. Ландау в Харькове. Серия воспоминаний об учёных-физиках. Вып. 17. – Харьков: ХНУ им. В.Н.Каразина, 2008. – 40 с.

КУЛЬТУРА И ЦИВИЛИЗАЦИЯ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст. Н.С. Чернова
Рук. доц. В.И. Федорченко*

Понятие культура употребляется для обозначения уровня совершенства того или иного умения, и его внепрагматической ценности.

Культура часто выступает в оппозиции природе, субъективной воле, бессознательной активности, стихийной самоорганизации. Часто культура синонимична цивилизации, но иногда противопоставляется ей как «живой организм» - «механизму». Специфика культуры - в ее роли опосредования мира бесчеловечной объективности природы и мира спонтанной человеческой субъективности, в результате чего возникает третий мир объективированных, вписанных в природу человеческих импульсов и очеловеченной природы. Если природная граница культуры достаточно очевидна, то зафиксировать границу, разделяющую человеческую активность (будь то внутренняя духовность или творческая деятельность) от ее кристаллизованных форм, отделимых от субъекта и воспроизводимых им, значительно труднее. Но это необходимо для того, чтобы различить детерминацию культуры и самоопределение свободной субъективности.

Область применения понятия культура не ограничена тем или иным типом предметности. С точки зрения культуры может быть рассмотрен любой объект или процесс, в котором нас интересует не только его прикладная значимость, но и скрытый в нем способ интерпретации и ценностной окраски мира, предполагающий неутилитарный выбор.

Мир культуры решает две формально противоположные задачи: поддержание статичности общества, благодаря сохранению и воспроизведению традиции, и обеспечение его динамики, благодаря творческим инновациям. Для этого культура создает в себе сложные многоуровневые системы, позволяющие снимать противоречия индивидуума и общества, старого и нового, своего и чужого, нормативного и ситуативного. В этом отношении культуру можно определить как информационную сверхсистему, которая обеспечивает обратную связь со средой при сохранении фонда исторической памяти.

Несмотря на стремление к максимальной устойчивости и длительности (гомеостазу), конкретная культура, как показывает история, всегда оказывается временным решением своих задач, и поэтому меха-

низмы смены культурных эпох принадлежат к базисным закономерностям культуры. Если статус культуры меняется не в результате внешних обстоятельств, то основным способом обновления оказывается культурная реформа, использующая механизмы преемственности.

Основные подходы к пониманию соотношения понятий
«культура» и «цивилизация»:

Отождествление культуры и цивилизации	Восприятие общемировой культуры как единой цивилизации. Представители: Гизо, Бокль.
Разветвление понятий «культура» и «цивилизация»	В ½ XIXв. Американский социолог Морган термином «цивилизация» обозначил эпоху развития человечества, которая пришла на смену дикарства и варварства.
Противопоставление культуры и цивилизации	Шпенглер в работе «Упадок Запада» рассматривал цивилизацию как стадию упадка определённой культуры. Бердяев указал на то, что культурой движет бескорыстное стремление к самореализации, а цивилизацией – польза и материальные интересы.
Цивилизация как проявление культуры	Тойнби сказал, что каждой цивилизации присуща собственная культура. Между цивилизациями существуют широкие культурные контакты и взаимовлияние.

Поскольку развитая культура не бывает монолитом, в ее рамках всегда существует система оппозиционных вариантов, играющих роль культурных «противовесов». Это позволяет переходить к новым моделям, опираясь на разные формы культурной оппозиции (на альтернативные, «теневые», подпольные и т. п. контрагенты доминирующей культуры). Если реформы культуры по тем или иным причинам тормозятся, возможен культурный конфликт, иногда перерастающий в культурную революцию. Так, неудача церковных реформ в Европе 15-16 вв. привела к всеобщей культурной революции, породившей протестантскую культуру.

Выделение культуры как особого аспекта бытия позволяет учесть и исследовать то, что иначе минует и обыденную, и научную рефлексию. Так, одна и та же религиозная догматика порождает, преломляясь в разных культурах, существенные конфессиональные различия, формальное принятие принципов «рыночной экономики», генетически связанных с англосаксонской культурой, в специфической культурной среде (Россия, Юго-Восточная Азия, Латинская Америка) дает разные результаты.

Культура в отличие от отдельных, «региональных» направлений человеческой деятельности, не создается целенаправленными актами, но является объективным результатом их суммы или -с другой стороны - исходным условием их осуществления. Культуральный подход предполагает поэтому, не только анализ локальных достижений того или иного типа знания, умения, поведения, но и сравнительный, компаративистский анализ явлений со сходной культурной «внутренней формой». Это создает непреодоленные пока наукой методологические трудности, но все же является необходимой задачей наук о культуре, поскольку позволяет выявлять общие процессы, «большие» стили, системы ценностей.

Классификация культур предполагает выделение их 1) временной, исторической последовательности; 2) региональной обособленности; 3) идеального содержания, т. е. отделимого от этнического субстрата и передаваемого традицией комплекса норм, ценностей, идей, технологий, стилей (в чем состоит один из узких смыслов слова культура); 4) иерархии качественных уровней; 5) блоков сосуществующих культур (основания сосуществования могут быть самыми разными: территориальная близость, религиозное единство, экономическая целесообразность, политический союз, имперская оболочка и т.д.). Классификация культур, по какому бы принципу она ни проводилась, позволяет выявлять фундаментальные механизмы их самоосуществления и взаимодействия, а также находить способы герменевтического объяснения их наследия.

Важной особенностью культуры является то, что ее объективные структуры всегда в конечном счете замыкаются на личностное приятие (или неприятие), толкование, воспроизведение и изменение. Вхождение в культуру (инкультурация) может «автоматически» обеспечиваться механизмами культуры, но может также быть проблемой, требующей моральных и творческих усилий (что бывает, как правило, при столкновении разнородных культур или при конфликте поколений, мировоззрений и т. п.). Таким образом, соотношение себя с культурой есть одно из фундаментальных свойств личности. Столь же важна культура для самоопределения социума на всех уровнях его существования от общины до цивилизации. Как историческая форма, культура всегда существует в виде конкретного локального симбиоза технологий, поведенческих ритуалов и обычаев, социальных норм, моральных и религиозных ценностей, мировоззренческих построений и целеполаганий. Цельность этой системе придает как сумма объективированных продуктов культуры, так и ее «язык», т. е. относительно понятная в рамках данной культуры знаковая метасистема.

ПАРАДОКСЫ ТРЕТЬЕГО ЗАКОНА НЬЮТОНА.

*Национальный Технический Университет
„Харьковский Политехнический Институт”*

Ст.: О.Ю. Антолик, Е.В. Гончаренко

Рук.: доц А.Я. Дульфан, асс. И.В. Галушак

Следующая задача взята из учебника по механики: «Чтобы разорвать веревку, человек тянет ее руками за концы в разные стороны, причем каждая рука тянет с силой в 100Н. Затем человек привязывает один ее конец к гвоздю, вбитому в стену, а за другой тянет обеими руками с силою в 200Н. Сильнее ли натягивается веревка во втором случае?

Может казаться, что натяжение веревки получится одинаковое, будем ли мы растягивать ее с силою в 100Н за каждый конец, или же тянуть с силою в 200Н за один конец, прикрепив другой к стене. Что, якобы в первом случае две силы в 100Н приложенные к концам веревки, дают растягивающее усилие в 200Н; а во втором случае то же натяжение порождается силой в 200Н, приложенной к незакрепленному концу. Это – глубокое заблуждение.

Натяжение веревки в рассматриваемых случаях вовсе не одинаково. В первом случае веревка растягивается двумя силами в 100Н, приложенными к ее концам, во втором – двумя силами в 200Н, также приложенным к концам веревки, потому что сила рук вызывает равную противодействующую силу со стороны стены. Следовательно, натяжение веревки во втором случае больше, чем в первом.

Очень легко попасть в новую ошибку, определяя саму величину натяжения веревки. Вообразим, что растягиваемая веревка разрезана и освободившиеся концы ее привязаны к пружинному безмену - один к кольцу, другой к крючку. Сколько покажет в каждом случае безмен? Не следует думать, что в первом случае показания безмена будет в 200Н. а во втором в 400Н. Две противоположные силы по 100Н, приложенные к концам веревки, дают растяжение не в 200Н, а всего в 100Н.

Если и кажется иной раз, что перед нами сила ординарная, а непарная, то происходит это потому лишь, что другой конец наблюдаемой силы находится весьма далеко и ускользает от нашего внимания. Когда, например, тело падает на него действует сила притяжения Земли: это один конец силы; другой – притяжение телом Земли – приложен в центре земного шара.

1. Я.И. Перельман. Знаете ли вы физику? ГТТИ, Ленинград/ Москва 1934., 316 с.
2. Элементарный учебник физики. Под ред. Г.С.Ландсберга., т.1. Москва «Наука», 1985г, 606 с.

ПРОСТЫЕ СПОСОБЫ ПРОВЕРКИ СЛУХА

*Национальный Технический Университет
„Харьковский Политехнический Институт”*

Ст.: В.А. Моргун, А.М. Ткачова

Рук.: доц А.Я. Дульфан, асс. С.С. Кривонос

Если бы человеческий глаз мог воспринимать сигнал той же энергии, что и ухо, то мы видели бы свет десяти ваттной лампочки на расстоянии 100 км. Высокой чувствительности нашего уха отчасти помогает строение ушной раковины, напоминающей рупор. Она имеет не круговую диаграмму направленности, поэтому человек лучше слышит звук от источников, находящихся впереди на уровне головы. Звуки, идущие сверху и сзади воспринимаются хуже, особенно в области высоких частот. Поэтому фронтальные звуковые колонки должны быть такой высоты, чтобы СЧ- и ВЧ- головки находились примерно на уровне глаз слушателя, а тыловые колонки могут быть попроще и вообще не иметь ВЧ-головок.

С возрастом острота слуха уменьшается. У пожилых людей не только растет порог слышимости, но и ухудшается восприятие высоких частот, то есть сокращается частотный диапазон. Именно поэтому на Западе владельцы магазинов устанавливают у входов систему «Москит» - подростки слышат противный звук и не «тусуются» у витрин, отпугивая уважаемых покупателей, слух которых не воспринимает писк.

Когда-то проверить слух можно было простым способом. В эпоху ламповых и транзисторных телевизоров аппарат после включения начинал издавать тонкий негромкий свист: это начинал работать генератор строчной развертки, частота которого составляла 15625 Гц. Этот звук слышали не все, но если слышали, то это означало, что слух в норме.

Сейчас телевизоры работают молча, но появились другие доступные средства контроля слуха. Например на Западе продаются специальные компакт-диски, звуковые файлы можно найти и на многих сайтах Интернета. Слух можно проверить и с помощью звукового генератора.

На остроту слуха отрицательно влияет и длительное воздействие громких звуков. Например, среди работников ткацких фабрик многие страдают профессиональной тугоухостью. С какой приблизительно силой давят звуковые волны на барабанные перепонки? Вычислено, что шум улицы большого города давит на барабанную перепонку с силой 1/50000 атмосферы.

1. Я.И. Перельман. Знаете ли вы физику? ГТТИ, Ленинград/ Москва 1934., 316 с.
2. В. Меркулов. В мире звуков. Наука и жизнь. №5, 2007 г., стр. 104-107.

ТАЙНА БУЛАТА

Харьковский национальный аграрный университет

им. В.В. Докучаева

Ст. Д.О. Бойченко

Рук. доц. С.С. Авотин

Булатный клинок, согнутый в дугу не ломается, а распрямляется с легким звоном. Таков настоящий булат. За 1300 лет до нашей эры булат умели изготавливать в Индии, Персии, Сирии, Египте. В средние века булатные клинки изготавливали в Дамаске, откуда пошло название – дамасская сталь. Секрет изготовления булатных клинков передавался от отца к сыну, и знали его немногие. Но и мастера, изготавливающие клинки не знали почему клинок обладает такими свойствами. В IX веке до нашей эры метод обработки булатного клинка описывался так: «Нагреть, пока он не засветится, как восходящее в пустыне солнце, затем охладить его до цвета царского пурпура, погружая в тело мускулистого раба... Сила раба, переходя в кинжал, придает металлу твердость.»

После появления огнестрельного оружия секрет изготовления булатной стали был утрачен. Во второй половине XVIII века возникло крупное машинное производство, для которого понадобился высококачественный металл. Аварии и катастрофы на транспорте, разрывы орудий при стрельбе показали, что нужна специальная наука о металлах. В 1820 году английский путешественник Р. Скотт купил в Бомбее индийский булат (вуц) и передал Лондонскому королевскому обществу. Исследованием вуца занялся Майкл Фарадей. Фарадей взял английскую сталь и сплавил со смесью железа и алюминия. Сплав внешне напоминал булат, однако сходство оказалось чисто внешним.

В 1828г. За исследование булатной стали взялся русский металлург Павел Петрович Аносов, работавший в г. Златоусте на Урале. Чтобы рассмотреть внутреннее строение металла Аносов протравил его поверхность кислотой и первым применил микроскоп. Он понял, что узоры на булатной стали, отражают его внутреннее строение. После пяти лет исследований в 1833 году он получил настоящий булат. Выяснилось, что секрет булатной стали заключался не только в составе, но и в технологии ее изготовления. Были устроены соревнования Золингеновской и Златоустовской сталей: Златоустовский клинок перерубил пополам лезвие немецкого палата. Тайна булата была раскрыта. А научное объяснение свойств булатных клинков было дано Дмитрием Константиновичем Черновым в 1878 году.

ФИЗИКА РЕЧНЫХ МЕАНДРОВ

Харьковский национальный аграрный университет

им. В.В. Докучаева

Ст. О.И. Калитин, Д.И. Пирта

Рук. доц. С.С. Авотин

Ты открой мне природа объятья

Чтоб я слился с красотою твоей

И.А. Бунин

Почему реки извиваются? Почему у крутого берега глубоко, а у пологого мелко? Если в северном полушарии река течет с севера на юг (например, Днепр), то на молекулы воды действует сила Кориолиса, которая возникает из-за изменения расстояния от оси вращения Земли на разной географической широте. В результате правый берег реки крутой, а левый - низменный. Однако, извивы рек нельзя объяснить ни силой Кориолиса, ни рельефом местности. Даже в идеальных условиях, на ровной местности и однородном грунте течение реки будет неустойчивым. Пусть в результате случайных причин где-то образовался незначительный изгиб русла реки. На воду со стороны берега будет действовать центробежная сила. По третьему закону Ньютона с такой же по модулю силой вода будет действовать на берег; в результате берег начнет подмываться и разрушаться. Искривление русла реки будет увеличиваться, подмываемый берег будет становиться круче, а противоположный берег окажется пологим.

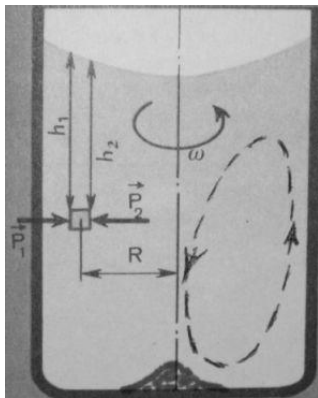


Рис.1

Центробежное ускорение $a_u = \omega^2 R$ кубика обеспечивается разностью давлений на противоположные боковые грани

$$\rho_1 - \rho_2 = \rho g(h_1 - h_2), \quad (1)$$

где ρ - плотность воды, g - ускорение свободного падения. По второму закону Ньютона:

$$m\omega^2 R = F, \quad (2)$$

где $F = (\rho_1 - \rho_2)S = \rho gS(h_1 - h_2)$. Подставив в формулу значение силы, получим:

$$m\omega^2 R = \rho g(h_1 - h_2)S, \quad (3)$$

где S – площадь боковой грани, R – расстояние от оси вращения. Видно, что при $h_1 = h_2$ угловая скорость равна нулю – движение кубика воды невозможно без искривления поверхности воды. Чем больше R , тем быстрее происходит подъем уровня поверхности воды при удалении от оси вращения. Одновременно с движением вокруг оси частицы воды перемещаются, циркулировать в вертикальной плоскости. Это связано с трением воды о дно и стенки стакана. Чем ближе к дну, тем трение сильнее тормозит движение частиц, а разность боковых давлений не зависит от глубины. Частицы, находящиеся сверху, будут двигаться по окружности, а нижние под действием разности сил бокового давления будут перемещаться к оси вращения. Чаинки собираются в центре стакана. Перейдем к настоящей реке. На Рис. 2 показано поперечное сечение русла реки, совершающей поворот. Центр поворота находится справа. Циркулирующая вода подмывает берег А и способствует отложению грунта у берега В. Это аналогично скапливанию чаинкок. Циркуляция воды объясняет перемещение русла реки в направлении от ближнего берега В к дальнему А (т.е. увеличение искривления русла реки) и

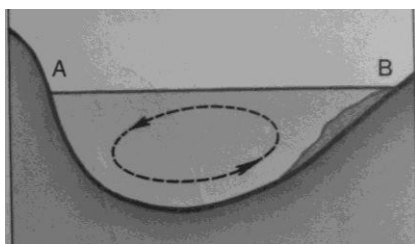


Рис.2

увеличение глубины у дальнего берега с одновременным уменьшением глубины у ближнего. Таким образом, прямолинейное течение реки неустойчиво- согласно законам физики случайное искривление речного русла усиливается. В результате русло реки представляет собой чередование изгибов то в ту, то в другую сторону – река извивается. Периодические изгибы океанского течения, ручья на поверхности ледника и реки называют меандрами. Этот термин происходит от древнегреческого названия реки на территории нынешней Турции.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ - ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст. И.А. Штангей

Рук. доц. Л.Г. Петренко

По оценкам специалистов при существующих темпах промышленного роста запасов невозобновляемых источников энергии хватит человечеству совсем не надолго: угля - на 270 лет, нефти - на 35-40 лет, газа - на 50 лет. При этом на разработку новых месторождений и эксплуатацию существующих финансовые затраты растут с каждым годом. Эти работы связаны с организацией глубокого бурения и другими сложными и наукоемкими технологиями. Экологические проблемы, связанные с добычей и использованием угля, нефти и газа, уже сейчас угрожают стать катастрофическими.

Альтернативой тепловым электростанциям многие специалисты считают новые сверхмощные атомные электростанции, использующие традиционные ядерные технологии, но с более высоким уровнем безопасности. Однако повторяющиеся аварии на АЭС, с выбросом в окружающую среду радиоактивных изотопов, проблемы захоронения радиоактивных отходов требуют поиска новых источников энергии.

Перспективной в этом отношении является «малая энергетика» - электростанции на возобновляемых источниках энергии: гидро-, гелио- и ветроэнергетики. В энергетическом балансе Земли гидроэлектростанции составляют около 15%. Необходимость строительства плотин и водохранилищ ограничивает возможности их использования. Эта проблема решается в так называемых бесплотинных гидроэлектростанциях. В ряде мест, где обычное электроснабжение невыгодно, установка мини-ГЭС решает множество локальных проблем. Роторная установка диаметром 300 мм и весом 60 кг выводится на стремнину, притапливается на придонную «лыжу» и тросами закрепляется на берегах. Мультипликатор вращает автомобильный генератор постоянного тока напряжением 14 В и энергия аккумулируется. Опытный образец такой мини-ГЭС успешно зарекомендовал себя на горных речках Алтая.

В 1968 году во Франции была построена первая в мире электростанция, использующая энергию морских приливов и отливов. Электростанция работает следующим образом. В приливно-отливной зоне строится дамба. В момент завершения прилива заслонки в дамбе перекрыва-

ются, поддерживая высокий уровень воды перед плотиной. Во время отлива при разнице в уровнях воды примерно в 3 метра заслонки открываются, вода устремляется в море, вращая лопасти больших турбин, а вместе с ними роторы электрогенераторов. Когда опять начинается прилив, вода через открытые заслонки проходит за плотину, и цикл повторяется.

Задача №1 гелиоэнергетики - это повышение КПД солнечных батарей. Новый рекорд - 37% принадлежит Центру прогрессивных технологий компании «Боинг». Это достижение стало возможным благодаря использованию двухслойной конструкции - верхнего слоя из GaAs, поглощающего излучение видимой части спектра и нижнего слоя из GaSb, поглощающего инфракрасное излучение, а также специальные покрытия, преломляющее свет и фокусирующее его на активной части солнечного элемента.

В Японии учёные разработали фотоэлементы, имеющие толщину в 100 раз меньшую стандартной. Исключительная прозрачность позволяет устанавливать их на фасадах зданий и даже на окнах, обеспечивая электроэнергией жилые дома. Недостатки солнечных батарей компенсируются использованием их в комплексе с другими элементами.

Уменьшить количество выбросов углекислого газа автомобильным транспортом возможно при использовании в нём бортовых топливных элементов, работающих на водороде. Экспериментальный автомобиль марки NECAR-4, разработанный в Германии, вмещает 5 человек и багаж, имеет скорость до 145 км/час и может пройти без заправки 450 км.

Одним из наиболее необычных видов топлива, используемого для выработки электроэнергии, являются бытовые отходы. Разлагаясь на свалках, мусор выделяет газы - метан и углекислый газ, которые отравляют окружающий воздух. В США разработаны и успешно функционируют электростанции, использующие эти газы в качестве горючего двигателей внутреннего сгорания. В Англии разработана технология переработки навоза для получения электроэнергии и одновременно удобрений.

Теоретически каждое предприятие, здание, жилой дом и автомобиль может иметь собственный экологически чистый, возобновляемый источник энергии. Это позволит человечеству обходиться без нефтяных скважин, угольных шахт, электростанций, линий электропередач и избавиться от всех негативных последствий их использования, уменьшит угрозу глобального потепления на Земле.

[1] Р.Р.Авезов, А.Ю.Орлов. Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения. – Ташкент: Фан, 1988.

[2] В.С.Дверняков. Солнце – жизнь, энергия. – М.: Энергоатомиздат, 1991.

[3] Охрана окружающей природной среды / Под ред. Г.В.Дуганова. – К.: Вища школа, 1990.

ДОСТИЖЕНИЯ НАУКИ СРЕДНЕВЕКОВОГО ВОСТОКА (VI-XIV вв.)

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст. Е. Ижболдин

*Рук.: доц. С.Д. Гапоченко, доц. М.В. Лебедева,
доц. Е.Н. Подъячая*

Эпоху Средневековья на Востоке называют Мусульманским Ренессансом. Это обусловлено тем, что в это время на Востоке, в отличие от Европы, интенсивно развивались естественные науки, астрономия и математика. Арабские ученые Средневековья не только освоили знания своих предшественников (индийцев, древних греков), но и сделали ощутимый шаг вперед. Достаточно высокого уровня развития достигла экспериментальная наука. Так, *Бируни* производил точные определения плотностей металлов и других веществ с помощью изготовленного им «конического прибора». По измерениям Бируни плотность золота равна 19,50, ртути — 13,56 (современные значения 19,30 и 13,60, соответственно). Работы Бируни были продолжены другим ученым - *аль-Хазини*. Для исследований аль-Хазини специально сконструировал весы, которые он назвал «весами мудрости». В 1121 г. аль-Хазини написал «Книгу о весах мудрости» — своеобразный курс средневековой физики, где изложил результаты свои и Бируни. Труд содержал таблицы удельных весов твёрдых и жидких тел (для 50 веществ); в нём указывалось также, что закон Архимеда применим и к воздуху; удельный вес воды зависит от температуры; вес тела пропорционален количеству вещества, содержащегося в нём; скорость измеряется отношением пройденного пути ко времени; описано применение ареометра; приводятся описания четырёх конструкций применявшихся в то время весов, снабженные схематическими чертежами. В дальнейшем способы взвешивания и определения удельных весов были усовершенствованы *Омаром Хайямом* (трактат «Весы мудростей или об абсолютных водяных весах»).

В оптике основные исследования были выполнены *Алхазеном* (аль-Хайсан). Он разработал теорию зрения, описал анатомическое строение глаза и высказал предположение, что приёмником изображения является хрусталик. Точка зрения Алхазена господствовала до XVII в., когда было выяснено, что изображение появляется на сетчатке. Алхазен изобрел камеру-обскуру, которую он использовал как астрономический прибор для получения изображения Солнца и Луны. Он рассматривал действие,

плоских, сферических, цилиндрических и конических зеркал, занимался исследованием явлений отражения и преломления света. Разработал метод измерения углов преломления и показал экспериментально, что угол преломления не пропорционален углу падения, а также что падающий, отраженный и преломленный лучи лежат в одной плоскости с перпендикуляром, восстановленным из точки падения луча. Ученому было известно увеличивающее действие плоско-выпуклой линзы, понятие угла зрения, его зависимость от расстояния до предмета. По продолжительности сумерек он определил высоту атмосферы, считая ее однородной. В этих предположениях результат получается неточным (по Алхазену, высота атмосферы приблизительно 52 тыс. шагов), но сам принцип определения является большим достижением средневековой оптики. Результаты исследований Альхазена изложены в его труде «Сокровище оптики».

В области механики ученые занимались проблемой брошенного тела. *Авиценна* (ибн-Сина) исследует такое движение и разрабатывает его теорию. *Альхазену* принадлежит идея разложения скорости брошенного тела на две составляющие — параллельную и перпендикулярную. В это время возникают первые представления о различии между кинематическим и динамическим описанием движения.

Дальнейшее развитие получили также астрономия и географические измерения. Сооружались обсерватории, велись наблюдения за небесными светилами. Так Бируни определил угол наклона эклиптики к экватору и установил его вековые изменения. Для 1020 г. его измерения дали значение $23^{\circ}34'0''$. Современные вычисления дают для 1020 г. значение $23^{\circ}34'45''$. Во время путешествия в Индию Бируни разработал метод определения радиуса Земли. По его измерениям, радиус Земли оказался равным около 6490 км (современное значение 6370 км).

Бируни наблюдал и описал изменение цвета Луны при лунных затмениях, явление солнечной короны при полных затмениях Солнца. Он высказал мысль о движении Земли вокруг Солнца. Им были переведены на санскритский язык «Начала» Евклида и «Альмагест» Птолемея.

Кроме *Бируни*, выдающимся астрономом был *Тимур Улугбек*. Он построил в Самарканде крупнейшую в мире обсерваторию, снабдил ее первоклассными по тому времени инструментами. Им были составлены в 1437 г. точный каталог звезд (1018 звезд) и таблица движения планет. Координаты 700 звезд были определены заново. Во «Введении» описаны основы теоретической и практической астрономии, включая новые результаты: системы летосчисления у разных народов с таблицами переходов между ними; вопросы практической астрономии и математический аппарат (тригонометрические таблицы Улугбека); географические координаты 683 городов Европы и Азии, включая Русь; методы определения

важного для мусульман направления на Мекку — место захоронения основателя ислама пророка Мухаммеда (азимут Киблы); теория движения планет (геоцентрическая система Птолемея). На Востоке ими пользовались вплоть до XVIII в. Улугбек определил продолжительность звездного года в 365 дн. 6 час. 10 мин. 8 сек.; отметил несовершенство Юлианского календаря. Определил наклон эклиптики к экватору с ошибкой в $32''$ ($23^{\circ} 30' 17''$) и годичную процессию с ошибкой $1,1''$ ($51,4''$), заново определил положение на небе точки весеннего равноденствия, уточнил значения многих астрономических единиц, описывая разные способы летоисчисления и календари. Известен его небесный глобус из бронзы, на поверхности которого вкраплены серебряные звездочки.

Существенные результаты были получены в области математики. Трудami *Хорезми* была разработана арифметика и создан новый раздел математики — алгебра, основы которой изложены в его трактате «Аль-Джабар». В трактате Хорезми решаются линейные и квадратные уравнения.

Астроном *Аль-Каши* в вычислениях использовал десятичные дроби («Ключ арифметики», 1427г.), которые он открыл заново; изложил приемы извлечения корней; составил с большой точностью тригонометрические таблицы с шагом $1'$, которые не были превзойдены 250 лет. Тригонометрические таблицы Улугбека верны с точностью 10^{-9} . На Востоке произошло отделение тригонометрии от астрономии и превращение ее в самостоятельную науку. Разработкой тригонометрии занимались *аль-Баттани* и *ат-Гуси*.

На Востоке было сделано важный шаг в развитии солнечных часов. Принцип его заключался в установке теневой стрелки в направлении земной оси. В результате было достигнуто, что тень стрелки, называемой «полуосью» равномерно вращалась вокруг «полуоси», поворачиваясь каждый час на 15° . Это дало возможность ввести равномерное время, которым можно было пользоваться в течение всего года, причем отрезки, соответствующие часам, были одинаковой длины независимо от изменяющейся высоты Солнца. Такие часы описаны в рукописи арабского астронома XV в. *Сибт-аль-Маридини*. Арабскими учеными был переоткрыт компас.

Следует отметить, что арабское экспериментальное естествознание в последствии сыграло огромную роль в развитии европейской цивилизации.

Литература:

1. Мец А. Мусульманский Ренессанс. — М., 1973.
2. Рожанская М.М. Механика на средневековом Востоке. — М., 1976.
3. Юшкевич А.П. История математики в средние века. — М., 1961

СТРУКТУРА ВОДЫ

*Национальный технический университет
Харьковский политехнический институт*

Ст.: Е. Погудина, М. Некрасова

Рук.: доц. Н.Л. Дьяконенко, доц. В.И. Федорченко

В настоящее время имеется много различной информации об уникальных особенностях воды.

Вода - необходимое условие существования живых организмов. Известно, что вода имеет плотность 1000 кг/м^3 , удельную теплоемкость 4190 Дж/кг К , при нагревании от 0 до 4°C сжимается, показатель преломления $n=1.33$. Между молекулами воды устанавливаются водородные связи: из-за большой разности электроотрицательностей атомов водорода и кислорода электроны сильно смещены в сторону кислорода. Из-за этого, а также из-за того, что ион водорода не имеет внутренних электронных слоев и обладает малыми размерами, он может проникать в электронную оболочку отрицательно поляризованного атома соседней молекулы.

Благодаря этому, каждый атом кислорода притягивается к атомам водорода других молекул и наоборот. Известно, также, что вода не замерзает в нанотрубках даже при температурах, близких к абсолютному нулю. Вода обладает памятью.

Что является научно доказанными фактами, что выдумки, а что остается на уровне гипотез? Для ответа на этот вопрос нужно рассмотреть, что представляет собой структура воды.

Ранее считали, что вода представляет собой однородную среду, не способную формировать какие-либо структуры. Однако, это не так.

Автор гипотезы "памяти воды" французский иммунолог доктор Жак Бенвениста в 1988 году показал опытным путем, что предельно слабые растворы биологических агентов – настолько слабые, что в них не осталось ни единой молекулы самого растворенного вещества, продолжают инициировать соответствующие биологические механизмы так же, как и сами эти агенты.

Активность таких предельно слабых растворов может быть остановлена переменным магнитным полем, чего не наблюдается при наличии в растворе самих молекул агента. Эти результаты свидетельствуют об электромагнитной природе сигналов, зафиксированных в памяти воды и переносимых ею.

Швейцарский химик Луи Рей в 2003 году представил результаты аналогичных исследований для растворов солей NaCl и LiCl. Он использовал метод термолюминесценции. Замороженные образцы подвергались облучению. При разогреве запасенная энергия выделялась в виде света, отражающего атомную структуру вещества. Концентрацию исследуемых растворов доводили до 10^{-30} г/см³. При такой концентрации в растворе не остается ни единого иона растворенного вещества. Обнаружено несовпадение спектров обычной воды и воды, которая прежде содержала ионы солей. Результат свидетельствует о различии в структуре водородных связей в исследуемых образцах.

Новое подтверждение необычных свойств воды сделано в России. В лаборатории Станислава Зенина показана возможность контролировать структуру воды с помощью электропроводности. Показано наличие образований из молекул, достигающих микронных размеров и различимые в фазово-контрастный микроскоп. При перемешивании под воздействием магнитного поля вода превращается в лишенную структурных элементов жидкость. По-видимому, свойства воды определяются не структурой молекулы воды, а существующими в воде макроструктурами - ансамблями молекул. Такие структуры являются ответственными за эффект "памяти воды".

Для объяснения этих результатов рассмотрим структуру твердого тела. Твердое тело может иметь кристаллическую структуру или аморфную (затвердевшая жидкость). Кристалл представляет собой периодическую структуру с одинаковыми длинами связей между атомами и углами между связями, в аморфном теле - трехмерная сетка не периодична и не симметрична как в кристаллах, т.е. длины связей и углы между ними различны.

Ранее считалось, что аморфная структура изотропна. Однако, при исследовании стекол были экспериментально обнаружены области среднего порядка – кластеры. Существование кластеров в трехмерном пространстве в макроскопических масштабах необходимо, чтобы сильные связи периодически заменялись на "ослабленные", на которых возможна релаксация механических напряжений. На рисунке 1 схематично изображена кластерная модель аморфного вещества. Сравнивая строение кластера с кристаллическим твердым телом, можно отметить, что структура стекла аналогична субзеренной структуре поликристалла. Хотя сам кластер не обладает кристаллической симметрией вследствие неупорядоченного сочленения связей с различными длинами и углами.

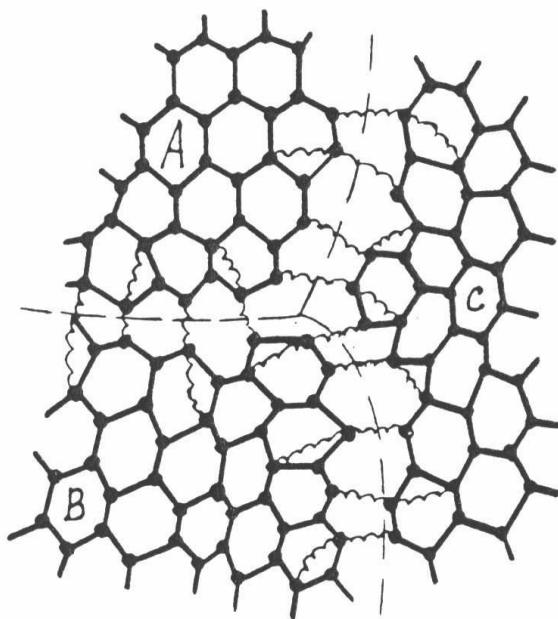
Можно предположить, что кластерную структуру имеет вода из подземных источников, а также после конденсации из пара. Последую-

щее нагревание (воздействие электромагнитным полем или иное воздействие) приводит к разрыву связей и разрушению кластерной структуры.

После замерзания воды, имеющей кластерную структуру получается кристаллическая твердая фаза. В оптический микроскоп можно увидеть симметричные кристаллики, чудесные снежинки и цветочки. Вода, у которой в жидкой фазе кластерная структура была нарушена, после замерзания представляет собой неупорядоченную аморфную структуру.

Знания о структуре воды необходимы как для физиков и химиков, изучающих неживую природу, так и для биологов, фармацевтов, медиков с целью исследования влияния структуры воды на живые организмы.

Рис.1 Кластерная модель аморфного вещества. А, В, С – кластеры.



ЧОМУ ПАПІРЕЦЬ УТРИМУЄТЬСЯ НА КРАЯХ СКЛЯНКИ ?

***Національний Технічний Університет
„Харківський Політехнічний Інститут”***

***Ст.: А.І. Михайлова, М.В.Волянская
Рук.: доц .Г.Я. Дульфан, доц. Н.Б. Фат’янова***

Проведемо наступний дослід з «Фізики 6-7» О.В.Пьоришкіна та Н.О. Родіної (1981). «Налийте в склянку води, закрийте аркушем паперу й, підтримуючи аркуш рукою, переверніть склянку догори дном. Якщо тепер ви знімете руку з паперу, то вода зі склянки не виллється. Папір залишається ніби приклеєний до країв склянки». Пояснення, звичайно, дається таке: ззовні, знизу на папірець тисне повітря із силою однієї атмосфери; зсередини ж, зверху тисне тільки вода із силою в багато разів меншою; надлишок тиску й притискає папірець до країв склянки.

Однак Перельман [2] демонструє неспроможність такого пояснення. Дійсно, давайте оцінимо з якою силою відповідно до такого міркування повинен притискуватися папірець. Будемо вважати, що діаметр склянки 7см. Тоді площа на яку знизу тисне атмосфера, а зверху вода в склянці, дорівнює 3,85 мм.кв. Знизу діє сила 385 Н. А зверху на папірець тисне вода зі склянки із силою 4Н. Рівнодіюча сил спрямована вгору і дорівнює 381Н. Проте, ви самі можете переконалися в тому, що для відриву паперового листа в подібному досліді не потрібна така сила, а досить самого незначного зусилля. Пластинка металева або скляна, що важить кілька десятків грамів, зовсім не тримається на краях склянки - вона відпадає під дією ваги. Очевидно, звичайне пояснення досвіду неспроможне. Помилково думати, начебто в склянці є тільки вода, а повітря немає зовсім, тому що папірець прилягає до води впритул. Там безумовно є й повітря. Якби між двома стичними плоскими предметами не було б прошарку повітря, ми не змогли б підняти зі стола жодної речі, що опирається на стіл плоскою основою: довелося б переборювати атмосферний тиск». Отже, накриваючи поверхню води листом паперу, ми завжди маємо між ними тонкий шар повітря. Що б зрозуміти, звідки береться повітря проаналізуємо, що відбувається, коли ми перевертаємо склянку. Тоненький папір під дією ваги води буде видавлюватися злегка донизу, а дуже щільний папір - трохи відтягнеться від країв склянки. (Випинання паперу під дією ваги води становить приблизно 1 мікрон, тому ми не можемо вловити це випинання візуально.) Таким чином, для невеликої кількості повіт-

ря, що було між водою й паперовим листом, під дном склянки звільниться деякий простір, причому цей простір буде більше первинного. Виходить, повітря там буде розріджене і тиск його зменшиться.

На папір у такий спосіб діють: знизу - повний тиск атмосфери, зверху - неповний атмосферний тиск плюс тиск води, що перебуває в склянці. При цьому обидва тиски врівноважуються.

Існує думка, що склянка повинна бути налита водою неодмінно до країв - інакше дослід не вдасться: повітря буде перебувати по обидві сторони паперу, тиск його з того й іншого боку зрівноважиться, і папір відпаде під дією ваги води. Але ви можете дослідним шляхом переконатися, що папір на неповній склянці тримається не гірше, ніж на повній склянці. Як відзначає Я.І. Перельман: «якщо трохи відігнути папір, ми побачимо повітряні бульки, що пробігають від отвору через шар води - зовнішнє повітря проривається через воду в простір над нею. Значить повітря в склянці розріджене. Очевидно, коли склянка перевертається, шар води, пливучи донизу, витісняє частину повітря, і частина, що залишається, займаючи більший об'єм, розріджується. Розрідження тут значніше, ніж у випадку повної склянки, про що наочно свідчать бульки повітря, що проникає в склянку при відгинанні паперу. Відповідно при більшому розрідженні притискання папірця буває сильніше.»

Чудово, що папір може триматися навіть і при відсутності над ним шару води: для цього потрібно лише, щоб краї склянки були мокрі, а сам папір — не занадто важкий. У такому випадку папір підтримує сила поверхневого натягу тонкої водяної плівки. При довжині кола склянки 25 см для водяної плівки, поверхневий натяг якої дорівнює при кімнатній температурі $0,0725\text{Н/м}$, сила поверхневого натягу $0,04\text{Н}$. Виходить, якщо маса паперового листа не більше 4 г, то вона від змочених країв не відпаде.

Проте, досить прикласти до паперу невелике зусилля, еквівалентне дії на опору буквально декількох грамів, щоб подолати силу прилипання - поверхневий натяг рідкої плівки — і папір відпаде.

Яка ж природа сили поверхневого натягу, що, як з'ясувалося, відіграє головну роль у даному досліді?

Молекули води або іншої рідини, що притягуються одна до одної, прагнуть зблизитися. Кожна молекула на поверхні притягається іншими молекулами, що перебувають усередині рідини, і тому мають тенденцію до занурення вглиб. Тому що рідина плинна, через перескоки молекул з одного «осілого» положення в інше, вона приймає форму, при якій число молекул на поверхні мінімально. Поверхня рідини скорочується, і сприймається це як поверхневий натяг [3].

К ВОПРОСУ ОБ ИЗМЕНЕНИИ ЦВЕТА НЕБА С ВЫСОТОЙ

*Национальный Технический Университет
„Харьковский Политехнический Институт”*

Ст.: М.Б. Черкашина, А.А. Тобольцева

Рук.: доц А.Я. Дульфан, асс. И.В.Галушак

Нам показалось небезынтересным проанализировать, как меняется яркость и цвет неба в зависимости от высоты. Цвет неба и его яркость изменяются при поднятии над земной поверхностью. Чем выше мы поднимаемся, тем тоньше слой воздуха над точкой наблюдения, тем синее небо и тем меньше его яркость.

Уже на вершинах гор высотой 4-5 км альпинисты наблюдают синеголубым небом. Пассажиры самолетов ТУ-104 или ИЛ-18, совершающих рейс на высоте 10 км, видят небо насыщенного синего цвета. Стратонавты, поднявшиеся на стратостате «Осоавиахим-1» на высоту 22 км, наблюдали темно-синий цвет неба. На высотах полета космических кораблей (более 100км) небо выглядит совершенно черным.

Цвет неба и его распределение по небосводу, измеряются с помощью специальных приборов «цианометров». Первый цианометр был сконструирован О.Б. Соссюром еще в конце 18 века. Цианометр Соссюра состоял из 53 полосок бумаги, окрашенных берлинской лазурью в различные цвета: от почти чёрного к насыщенно-голубому и далее к светло голубому. Соссюр проводил измерения цвета неба в Женеве, Шамони, на г. Монблан

В 19 в. Применялись цианометры усовершенствованных конструкций: поляризационный цианометр Араго, урано-фотометр Вильда. Позднее большая серия измерений цвета неба была проведена Г.А.Тиховым в Пулковке с помощью спектроскопического цианометра и в Алма-Ате – сапфирового цианометра.

Введем понятие E - мощность излучения Φ , приходящего со всех сторон (из телесного угла 2π стерадиан) на единицу площади освещаемой поверхности S :

$$E = \frac{d\Phi}{dA}, \quad E = \frac{6m}{m^2}$$

L - яркость небосвода по данному направлению это мощность приходящего излучения с данного направления на единичную площадку,

нормальную к этому направлению, отнесенная к площади площадки и к величине телесного угла ω , в котором принимается излучение:

$$L = \frac{dE}{d\omega}, \quad L = \frac{вт}{м^2 \text{стерад}}$$

В пучке света, проходящего через рассеивающую среду в слое dx теряется (рассеивается во все стороны) мощность $dE = \beta dx E_0$, где E_0 мощность излучения вносимая в объем dV , β - коэффициент полного рассеяния,

$$\beta = \frac{1}{M}$$

ного рассеяния,

Следствием этого является закон Бугера: $E_x = E_0 e^{-\beta x}$.

Для малых источников с силой света I_0 , находящихся на расстоянии R от точки излучения мощности: $E_R = I_0 \frac{e^{-\beta R}}{R^2}$ - закон Аллара. (1876).

Вычислим яркость небосвода на достаточной высоте h над уровнем океана $h \geq 15 \text{ км}$ где мало пыли, аэрозолей, кристаллов льда. Для вычисления примем предположения:

В плотных слоях стратосферы происходит однократное релеевское рассеяние солнечного света на молекулах воздуха и на флуктуациях плотности воздуха

$$\beta_R N, \varphi = \frac{16\pi^4 r^6 N}{\lambda^4} \left(\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \right)^2 \sin^2 \varphi,$$

где r - радиус молекулы $r < 0,03\lambda$, λ - длина волны падающего света, N - концентрация молекул, n - показатель преломления вещества рассеивающего свет, φ - угол между направлением наблюдения и нормалью к падающему лучу.

Свет, приходящийся от поверхности Земли и ослабление Солнечного света в нижних слоях стратосферы не учитывается.

Для плотности воздуха $N \Delta h$ принято изотермическое приближение:

$$N \Delta h = N_0 \exp\left(-\frac{\mu g h}{RT}\right),$$

где T - температура в кельвинах, R - универсальная газовая постоянная, g - ускорение свободного падения, μ - молярная масса воздуха N_0 - плотность на уровне $\Delta h = 0$ (для нас это уровень $h \geq 15$ км).

Для упрощения вычислений примем, что наблюдение яркости небосвода проводится в направлении зенита, т.е. по нормали к земной поверхности.

Полная яркость небосвода есть сумма яркостей от отдельных слоев атмосферы, так как рассеяние считается однократным:

$$\begin{aligned} L \Delta h &= \beta_R N_0 \varphi E_0 \int_0^{\infty} dz \exp\left(-\frac{\mu g \Delta h + z}{RT}\right) = \\ &= \beta_R N_0 \varphi E_0 \frac{RT}{\mu g} \exp\left(-\frac{\mu g \Delta h}{RT}\right) \end{aligned} \quad (1)$$

В стратосфере до высоты в 40 км средняя температура равна - 50 ° С. При этом $H = \frac{RT}{\mu g} \approx 6,5$ км. Зависимость (1) можно преобразовать:

$$L \Delta h = L \Delta h = 0 \exp\left(-\frac{\Delta h}{H}\right)$$

Т.о начиная с нижней границы стратосферы происходит быстрое падение яркости небосвода. На входе в мезосферу (высота ~ 50 км) яркость неба падает приблизительно в $\exp(50-15)/6,5 \approx \exp 5,4$ раза, при этом становятся видны звезды, небосвод чернеет.

До высоты в 15 км яркость небосвода практически постоянна, т.к. на этих высотах свет рассеивается очень сильно на аэрозолях, пыли кристаллах льда.

1. С.В. Зверева «В мире солнечного света» ,Ленинград Гидрометеоиздат, 280 с.
2. Э.Мак-Картни «Оптика атмосферы» М.:Мир, 1979, 265 с.

СВЕТ И ЗВУК: ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В СРЕДЕ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст. Е.Н. Гаврилов
Рук. ст. пр. Г.Е. Галуза*

Свет и звук – основные волновые явления, с которыми мы сталкиваемся в окружающем нас мире. Характер распространения этих волн в среде зависит от свойств самой среды. При этом очевидно, что световая или акустическая волна сама возмущает среду. Поэтому, одновременное распространение в материальной среде света и звука приводит к их взаимному влиянию на характер их распространения – акустооптическому взаимодействию. Известны два механизма акустооптических явлений: динамический, обусловленный появлением в электрическом поле световой волны механических напряжений и разогревный эффект: периодический локальный нагрев среды светом приводит за счет теплового расширения к возникновению в среде переменных механических напряжений (светотермоупругий эффект). Результатом обоих эффектов является генерация акустических колебаний в поле светового излучения.

Суть светотермоупругого эффекта состоит в том, что под действием периодически прерываемого светового излучения испытываемые тела начинают звучать. В основе этого лежит периодический нагрев тела и окружающей среды за счет поглощения падающего на него света. При поглощении света происходит периодический разогрев приповерхностной области на границе двух сред. Вследствие периодически повторяющихся тепловых расширений эта область начинает генерировать звуковые волны.

Изучение этого эффекта привело к появлению нового направления в спектроскопии – фотоакустической спектроскопии. Особый интерес фотоакустическая спектроскопия представляет для биологии и медицины. Во многих случаях ее применение позволяет отказаться от трудоемкой работе по экстракции веществ и многочисленных химических анализов. Таким образом, фотоакустическая спектроскопия может быть использована при неразрушающем контроле, а также для изучения различных фотопроцессов, в которых часть поглощенного образцом излучения преобразуется в химическую или электрическую энергию.

Литература:

1. Гуляев Ю.В., Проклов В.В. // УФН. – 1978. – Т.124. – С. 61-111.
2. Такер Дж., Рэмington В. Гиперзвук в физ. тверд. тела. - М.: Наука, 1975.

ИСТОРИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ ФОНОГРАФА

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст. Д.Ю. Мошенко

Рук. ст. пр. Т.В. Свitenко-Краснокутская



Итак, хотелось бы начать с самого наверное интересного для нас факта: действительно ли Николай Пильчиков изобрёл фонограф, опередив самого Эдисона? Николай Дмитриевич Пильчиков действительно в 1878 году, будучи студентом второкурсником Харьковского университета изобрёл электрический фонограф, опередив тем самым своего зарубежного коллегу, аппарат которого был механическим. Но Эдисон запатентовал своё устройство в декабре 1877 года... Так что первооткрывателем фонографа Николая Пильчикова мы назвать не можем... Но как же раз-

вивалась история изобретение фонографа, и кто первым придумал идею записи звуков?

Концептуально появлению первых грампластинок предшествовали покрытые воском деревянные таблички и исследования римского философа Бонетиуса (475—542 гг.), описавшего зависимость между звуком и скоростью движения. Добросовестные исследования воздушных колебаний начались только после того, как в 1711 году Шоу изобрел камертон.

В 1807 году английский физик Томас Юнг произвел на вращающемся цилиндре первую графическую запись звуковых вибраций камертона. Спустя несколько лет французский математик Дюамель предположил, что звук можно записывать путем гравировки твердого материала и в 1830 году создал прибор, названный виброскопом. Он служил для записи звуковых колебаний, создаваемых музыкальными инструментами. В 1842 году немецкий физик Вертгейм записал вибрации камертона на дисковом носителе. Но все-таки пока это была фиксация колебаний звучащего тела, а не воздушной среды. В 1857 году Леон Скотт сконструировал чувствительные мембраны, передающие звуковые колебания на покрытую сажей

бумагу, которой был обернут вращающийся цилиндр. Свое изобретение автор назвал «фоноавтографом». Однако все эти приспособления пока лишь фиксировали сам факт звуковых колебаний, а до фонографа – т.е. непосредственного воспроизведения записанного звука, оставалось полшага. И сделал его Нет, не Эдисон.

Хотя традиционно первооткрывателем фонографа общественность считает Эдисона, открытие все же принадлежит французу Шарлю Кро. Увы, ловкость стряпчих – гораздо более эффективное средство, чем тихое изобретательство.

Фонограф был устроен следующим образом. Чувствительная мембрана помещалась в фокус параболического рупора и соединялась со специальным пером. В качестве звукового носителя выступил диск, которому сообщались одновременно вращательное и поступательное движения. Кро предлагал с помощью фотографического травления перенести следы иглы-резца на более прочный материал, позволяющий впоследствии неоднократно воспроизводить полученную запись.

Благодаря французским газетам, Томас Эдисон узнал об изобретении Шарля Кро, чья заявка без движения лежала в Академии, и уже в октябре у себя на родине получил патент на «усовершенствование инструмента для контролирования и воспроизводства звуков». Эдисон улучшил аппарат, описанный Кро, и к тому же продемонстрировал действующую модель, поручив сборку своему помощнику Джону Круеши. Носителем звука в нем выступил цилиндрический валик, покрытый слоем воска. Звуковые колебания приводили в движение мембрану с иглой, которая входила в воск на разную глубину в зависимости от силы звука. Для воспроизведения звука в получившуюся канавку снова помещалась игла, которая передавала свои колебания мембране. В декабре 1877-го Эдисон получил в Париже патент на фонограф, где уже говорилось об «изобретении».

Кстати, сам Эдисон, будучи от природы глуховатым, не планировал использовать фонограф в качестве источника музыки. Основное предназначение нового устройства он видел в записи человеческой речи. Первые модели фонографов не фиксировали звук «ш», а такие звуки, как «д» и «т» воспроизводились одинаково. Серьезным неудобством было и то, что оловянный валик выдерживал только около пяти проигрываний.

Под напором музыкантов и композиторов работы над качеством звука продолжились, и вот уже в 1882 году путешественник Миклухо-Маклай записал на фоновалики диалекты племен архипелага Тихого океана, а композитор Пятницкий – около 400 песен. Ф. Шаляпин записал под аккомпанемент фортепьяно несколько своих произведений. Благодаря фонографу мы услышали голос Л. Толстого. Однако вскоре у фонографа появился серьезный конкурент. Граммофон.

МИХАИЛ АЛЕКСАНДРОВИЧ ЛЕОНТОВИЧ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст. Г.К. Гацкалов

Рук. ст. пр. Т.В.Свищенко-Краснокутская

Общепринято считать, что культура и наука каждой нации принадлежат человечеству. Однако в настоящее время ведется широкая дискуссия о критериях принадлежности к украинским ученым. По мнению одних исследователей, необходимо взять за основу административно-территориальный признак, по мнению других - к украинским ученым относятся все, чьи умы породила Украина, вне зависимости от того где они, в силу сложившихся обстоятельств, проявляют свой научный потенциал. Согласно статистическим данным, в досоветский период порядка пятисот украинцев получили признание в науке за границей, более семидесяти - вносят весомый вклад в развитие физики, работая за рубежом. С этой точки зрения интересно рассмотрение личности и научной деятельности известного физика-теоретика Михаила Александровича Леонтовича.

Михаил Леонтович родился 7 марта 1903г. в Петербурге, в доме деда по материнской линии, выдающегося русского механика В.Л.Кирпичева. Установлено, что его прапрапрадед Осип был войсковым писарем Запорожской Сечи, которые занимали высшее место в иерархии и исполняли функции министра иностранных дел. Они были достаточно образованными людьми - так, известное письмо Мазепе было написано по-русски и по-латыни (вместо обычно используемого украинского языка). Интересно, что запорожский писарь на знаменитой картине Репина “Запорожцы пишут письмо турецкому султану” списан с одного из Леонтовичей. Прапрадеды, прадеды и деды Михаила Леонтовича были дворянами.

А.В. Леонтович, отец Михаила Александровича, родился в Киеве в 1869 г., умер в 1943 г. в Москве. В 1893 г. окончил медицинский факультет Киевского университета с отличием и остался в нем работать. Сочувствовал и помогал революционерам, в 1900г. защитил докторскую диссертацию. Таким образом, детские годы Михаила Леонтовича прошли в Киеве. В 1913г. семья переехала в Москву. В 1929 г. Александр Васильевич Леонтович был избран академиком Украинской академии наук и в 1936 г. переехал в Киев. Именно в Москве Михаил Александрович поступил в гимназию, где занимался в есте-

ственном кружке, увлекался химией и геологией, а позже математикой. В конце этого же года он поступил в Московский народный университет им. Л.А.Шанявского, где в физической лаборатории работали большие энтузиасты физики Э.В.Шпольский и Т.К.Молодой. Под их влиянием Михаил принял решение стать физиком и поступил в Московский государственный университет на физико-математический факультет, который окончил в 1923г. В 1929 - 1934 работал в Научно-исследовательском институте физики Московского университета, в 1934-1941 и 1946-1952- в Физическом институте АН СССР. С 1951 работал в Институте атомной энергии имени И.В. Курчатова. В 1934-1945 и в 1955-1971 - профессором Московского университета.

Исследователи деятельности Михаила Александровича Леонтовича отмечают уникальное сочетание в нем теоретика и экспериментатора. Область его научных интересов необычайно широка. В 1929г., совместно с Л.И.Мандельштамом М.А. Леонтович построил теорию туннельного эффекта, принимал участие в создании полной классической теории комбинационного рассеяния света в кристаллах. Работая в Физическом институте АН СССР (ФИАН) в 1937 вместе с Мандельштамом предложил общий метод рассмотрения явлений диссипации в системах с конечным временем релаксации. Чрезвычайно богаты как в отношении новых идей, так и по результатам работы М.А. Леонтовича в области статистической физики, посвященные принципу детального равновесия, кинетике флуктуаций, статистике непрерывных систем, установлению связи между кинетической теорией газов и теорией случайных процессов (цепей Маркова). Его также считают основателем научных школ по радиофизике и физике плазмы. В годы Второй мировой войны М.А. Леонтович занимался решением важных радиотехнических задач и их практических применений – радиолокации, дальней радиосвязи на коротких волнах и т.д. Он выполнил ряд исследований по теории распространения радиоволн над земной поверхностью, для которых получил соотношения между компонентами электромагнитного поля над поверхностью хорошо проводящей среды, названные «приближенными граничными условиями Леонтовича». В совместных работах с Фоком (1944–1945) им была развита теория распространения радиоволн вокруг Земли. Важное значение для радиофизики и радиотехники имели работы ученого по теории антенн малой толщины. В 1951 Леонтович возглавил теоретический раздел работ по физике плазмы и проблемам управляемых термоядерных реакций.

Умер Михаил Александрович Леонтович в Москве 30 марта 1981г.

М.В. ЛОМОНОСОВ И ЕГО ПЕРВЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ТЕОРИИ ТЕПЛОТЫ И ГАЗОВ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Д.С.Писарева, И.Г.Беляев

Рук. доц. В.И.Белозерцева, асс. И.А.Корж

М.В.Ломоносов, один из первых русских ученых, просветителей, поэтов, понимая важность физики, посвятил ее изучению большую часть своей жизни и сделал огромный вклад в развитие физики.

В начале 18 века в России была основана Академия Наук, где на то время работали многие выдающиеся ученые, как правило, приглашенные из-за границы. В числе направленных от АН обучаться в европейские университеты был и М.В.Ломоносов – крестьянин, сумевший получить образование, но не утоливший свою жажду знаний в духовных заведениях Москвы и Киева.

Первым трудом Ломоносова по физике была работа, посвященная теории теплоты (1745). В 1756 году он проводил опыты и установил законы сохранения веществ при химических реакциях, а общего закона сохранения вещества. В своей работе Ломоносов, доказывает правоту кинетической теории теплоты и возражает против теории теплорода, заключает, что причиной теплоты должно быть движение. Поддерживает гипотезу о невидимых частицах – атомах материи, предвосхищает открытие молекул. Ломоносов говорит о существовании абсолютного нуля температур и поясняет это понятие с точки зрения кинетической теории теплоты, рассматривает процесс теплопроводности как передачу теплового движения от одной частицы к соседней.

Работы – по кинетической теории газов: «Попытка теории упругой силы воздуха» и «Прибавление к размышлению об упругости воздуха», объясняют причину давления газов на стенки сосуда и связывают теорию газов с теорией теплоты. Одновременно с работами по теории теплоты и газов Ломоносов занимался вопросами металлургии и горного дела и экспериментальными исследованиями, в том числе и по физике. Одним из таких исследований была работа «Анемометр, показывающий наибольшую быстроту любого ветра и одновременно изменение в его направлении». Другим – конструирование нового прибора «универсального барометра» для измерения вариаций силы тяжести. Приборы, построенные по такому же принципу, что и «универсальный барометр» Ломоносова, в последующем стали применяться при гравиметрических измерениях.

ПЛАЗМЕННЫЕ УСКОРИТЕЛИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст. В.О. Поясник
Рук. доц. Л.Г. Петренко*

С помощью ускорителей элементарных частиц физики пытаются разгадать фундаментальные загадки природы. В гигантских установках заряженные частицы разгоняют до скоростей близких к скорости света, затем сталкивают их друг с другом, воссоздавая условия, существовавшие в момент рождения Вселенной. Анализируя результаты столкновений, учёные пытаются создать единую теорию, которая бы позволила описать все виды взаимодействий в природе и понять, как связаны между собой элементарные частицы, как они могут взаимодействовать и взаимопревращаться. Чем ближе физики подходят к разгадке сокровенных тайн природы, тем более мощные и дорогие ускорители требуются для проведения экспериментов. В настоящее время в Европейской лаборатории физики элементарных частиц (CERN) строится самый мощный ускоритель – адронный коллайдер (LHC) диаметром 8,6 км. Протоны будут в нём ускоряться под действием семи триллионов вольт, а их столкновения расскажут, откуда берётся масса частиц.

Последние полвека мощность ускорителей элементарных частиц каждые 10 лет возрастала примерно на порядок. Это позволило учёным сделать множество фундаментальных открытий в ядерной физике и физике элементарных частиц. Но продолжится ли такой прогресс? Ускорители на СВЧ-излучении, кажется, достигли предела своих возможностей.

Обычный линейный коллайдер ускоряет частицы электрическим полем, которое движется синхронно с ними. В объёмном резонаторе с замедленной волной (металлическая трубка с периодически расположенными диафрагмами) с помощью СВЧ-излучения создаётся электрическое поле. При напряжённости поля от 20 до 50 МВ/м происходит электрический пробой: с металлических стенок резонаторов проскакивают искры, и ток в них резко падает. Поскольку напряжённость электрического поля должна быть ниже порога пробоя, для разгона частиц до больших скоростей требуются большие расстояния. Например, чтобы получить триллионвольтный пучок частиц, необходим ускоритель длиной 30 км. Если бы не было ограничения, связанного пределом электрического пробоя, ускоритель можно было бы сделать более компактным.

Для этого нужны новые идеи и новые технологии. На смену громадным коллайдерам должны прийти компактные ускорители. Сейчас учёные и конструкторы работают над созданием ускорителей нового типа – плазменных ускорителей, в которых для ионизации плазмы применяется электрический пробой, а в качестве источника энергии используется не СВЧ-излучение, а луч лазера или пучок заряженных частиц.

Плазменные ускорители впервые были сконструированы в середине 50-х годов и вскоре стали широко применяться как плазменные электрореактивные двигатели в космических летательных аппаратах, в технологиях очистки поверхностей (методом катодного распыления), нанесения тонких металлических покрытий на различные поверхности, а также в термоядерных исследованиях в качестве инжекторов плазмы.

В плазменных ускорителях через рабочее вещество пропускается электрический ток от автономного источника энергии, в результате чего образуется плазма с температурой в десятки тысяч градусов. Затем плазма ускоряется либо газодинамически, либо за счёт силы Ампера, возникающей при взаимодействии протекающего по плазме тока с магнитными полями. Существуют также ускорители, работающие на отдаче, вызванной разлётом продуктов разложения и испарения поверхностей твёрдых тел, облучаемых мощными импульсами лазерного излучения или импульсными электронными пучками. Импульс мощного лазера или сгусток частиц создают в плазме возмущение, срывающее лёгкие электроны с тяжёлых положительных ионов, в результате чего возникают области избытка положительных и избытка отрицательных зарядов. Возмущение образует волну, которая перемещается в плазме почти со скоростью света. Мощное электрическое поле, направленное от области положительного заряда к области отрицательного, ускоряет попавшие в него заряженные частицы. Применение новой плазменной технологии делает ускорители элементарных частиц компактными и более экономичными.

Технология плазменных ускорителей развивается семимильными шагами. Многие принципиальные проблемы уже решены, но создание конкретных устройств пока сопряжено с серьёзными трудностями. Создателям обычного ускорителя потребовалось 75 лет, чтобы довести энергию столкновения электронов с позитронами до 200 ГэВ. Технология плазменных ускорителей развивается гораздо быстрее, и учёные надеются выйти за пределы возможностей СВЧ-систем для физики высоких энергий всего за пару десятилетий.

[1] Plasma Accelerators at the Energy Frontier and on Tabletops. Chandrashekhar Joshi and Thomas Katsouleas in *Physics Today*, Vol 56, No 6; pages 47-53; June 2003.

[2] Accelerators Physics: Electrons Hang Ten on Laser Wake. Thomas Katsouleas in *Nature*, Vol. 431, pages 515-516, September 30, 2004.

НАУКА О ПУЗЫРЬКАХ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст. К.В. Близнюк

Рук. доц. Л.Г. Петренко

В окружающей нас обыденной жизни, если посмотреть пристальнее, так много интересного и загадочного. Казалось бы, какие тайны хранит бокал с шампанским? Пена, искристые пузырьки, аромат, прекрасный вкус... Но вот высокоскоростная видеокамера следит за движением пузырька и открываются чудеса.

Короткая жизнь пузырька начинается на пылинке целлюлозы, прилипшей к стенке бокала. Когда газированный напиток наливают в фужер, в крошечном целлюлозном волокне образуется газовый «карман» размером меньше микрометра. Молекулы растворённого в шампанском газа, подталкиваемые со всех сторон молекулами жидкости устремляются в «карман» и растягивают его до таких размеров, при которых Архимедова сила преодолевает силы поверхностного натяжения. Пузырёк отрывается от стенки и, двигаясь вверх, расширяется, поглощая на своём пути всё новые молекулы. Одновременно на него налипают молекулы ароматических веществ, укрепляющие стенки пузырька и замедляющие его подъём. Как только пузырьки достигают поверхности, их подводная часть «схлопывается», и вверх с огромной скоростью взмывает крошечная струйка вина (см. фото 1), которая затем разбивается на капли. Каждую секунду у поверхности лопаются сотни пузырьков, кажется, что она вскипает, всю её пронизывает бесчисленное множество «иголок». Пузырьки лопаются так быстро (менее чем за 100 мкс), что уловить этот момент достаточно сложно даже с помощью скоростной фотосъёмки. Кластеры пузырьков образуют на поверхности причудливые узоры (см. фото 2) – крошечные цветки с лепестками, сходящи-

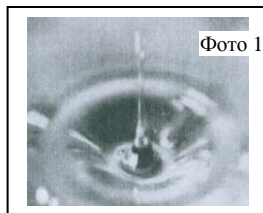


Фото 1

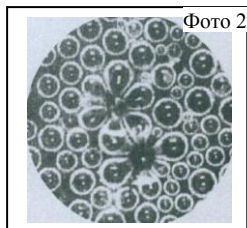


Фото 2

мися к тому месту, где только что находился лопнувший пузырёк.

Учёные, исследуя динамику образования, роста и «гибели» пузырьков, сопоставляя и сравнивая эти процессы в шипучих винах, пиве и газированных напитках, раскрывают физико-химическую природу происходящих явлений, что позволяет создавать новые сорта этих напитков.

ВОДОРОД – ТОПЛИВО БУДУЩЕГО?

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст. Н.Н. Присухин

Рук. доц. Л.Г. Петренко

Выход из энерго-экологического кризиса многие учёные видят в усовершенствовании уже известных и создании новых альтернативных источников энергии, работающих на возобновляемых ресурсах.

Получение любого вида энергии требует определённых экономических затрат, а её выработка всегда приводит в большей или меньшей степени к загрязнению окружающей среды. Поэтому соотношение "цена-качество-вред" для каждого вида топлива в энергетике имеет свою пропорцию. В зависимости от этих факторов определяется область использования того или иного вида топлива. Например, солнечные батареи не применяются на промышленных предприятиях, а используются для обогрева жилых домов или как питание приборов на космических аппаратах.

В последние годы всё большее внимание энергетиков обращается к *водородному топливу*. В природе водород в чистом виде не существует. Его получение требует больших затрат энергии. Один из способов получения водорода – электролиз воды. В качестве источника энергии для этого процесса служат солнечные батареи, ветряные генераторы, гидроэлектростанции и атомные реакторы. Если энергия поступает от таких традиционных источников, то количество выбросов в атмосферу не уменьшается. Однако по своей эффективности двигатель с водородными топливными батареями в два раза превосходит двигатель внутреннего сгорания. В процессе работы такой двигатель не загрязняет окружающую среду – в атмосферу выбрасывается чистая вода. В связи с этим очень перспективным является освоение этого вида топлива в автомобильном транспорте. Пока ещё как автомобильное топливо водород не может заменить нефть и природный газ. Но для освоения этого альтернативного источника энергии необходимо совершенствование технологии его получения, а также повышение стандартов безопасности для автомобилей с легко воспламеняющимися водородными топливными элементами.

Несмотря на множество проблем, водород войдёт в нашу повседневную жизнь. В скором времени он будет использоваться в таких устройствах, в которых его потребление минимально – в сотовых телефонах и персональных компьютерах.

[1] М.Вельд. Как можно сократить объём использования нефти и обеспечить транспорт необходимым количеством топлива? В мире науки, август 2004, с.40-45.

Актуальні проблеми фізики та їх інформаційне забезпечення

Матеріали студентської наукової конференції

Російською та українською мовами

Під редакцією д-р ф.-м.н. **Мамалуя А.О.**

Підп. до друку 14.04 2008 р. Формат 60х84 1/16 Папір Captain
Друк. – ризографія. Гарнітура Таймс. Умов. друк. арк. 3,8
Облік.-вид. арк. 4.1 Наклад 100 прим. Зам. №208 Безкоштовно.

Видавничий центр НТУ “ХП”.
Свідоцтво ДК № 116 від 10.07.2000 р.
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

Друкарня НТУ “ХП”, 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21
